FSC Fondo per lo Sviluppo e la Coesione

Presidenza del Consiglio dei Ministri
Ministro per gli Affari Europei, il Sud, le Politiche di Coesione e il PNRR

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU

Ministero dell'Economia e delle Finanze

MINISTERO DELL'INTERNO

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

MINISTERO DEL TURISMO REPUBBLICA ITALIANA

Agenzia per la Coesione Territoriale

REGIONE CALABRIA

Mims Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili

INVITALIA L'AGENZIA PER LO SVILUPPO

Aggiudicazione servizio di ingegneria a architettura dell'Agenzia nazionale per l'attrazione degli investimenti e lo sviluppo d'impresa S.p.A. "Invitalia" in qualità di CENTRALE DI COMMITTENZA prot. n. 0255738 del 08.09.2023

ENAC Ente Nazionale per l'Aviazione Civile

AEROPORTO CIVILE DI LAMEZIA TERME (CZ)

SACAL Società Aeroportuale Calabrese

REGOLAMENTO (UE) 139/2014 - CERTIFICAZIONE AEROPORTO E REGOLAMENTO (UE) 2015/1998

A.U. - Accountable Manager	Maintenance Manager	CIRCOLARE ENAC APT-16 Post Holder Progettazione
Dott. Marco FRANCHINI	Ing. Filippo MALAFARINA	Ing. Stefania RAIMONDO

S.A.CAL. S.p.A. Società Aeroportuale Calabrese

PROGETTO ESECUTIVO
(Codice Appalti D. Lgs 36/2023)

Progetto: *"Riqualifica della viabilità e delle aree di sosta"* dell'aeroporto di Lamezia Terme - CIS L03.
-CIG: 9906072D35; CUP: H84G22000040009
Contratto Istituzionale di sviluppo *"CIS Volare"*
Ambito di intervento: Trasporti e mobilità sostenibili - Fondi CIS scheda L03
CONTRATTO SIA SACAL prot. n. n. 007/2024/RCA
PSA (Masterplan 2012-2027) approvazione ENAC nota n.107905 del 24.10.2017
ENAC "Scheda A" - L03 - parcheggi e viabilità

PROGETTISTA DELL'OPERA
Ing. Andrea Benincasa di Caravacio

GEOLOGI
Dott. Geol. Gianluigi Mazzilli - Dott. Geol. Pierluigi Arbore

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Geom. Salvatore Cipolla

BIM MANAGER
Arch. Marcella Blasi

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
Ing. Matteo Mastroianni

Nemesis Ingegneria Srl
Via P. Toselli 6 - Torino
NEMESIS INGEGNERIA
Ing. Andrea Benincasa di Caravacio
Ing. Cristina Alasia
Geom. Salvatore Cipolla
Ing. Elisa Cappuccio
Geom. Juri Salza

Ingegneri Guadagnuolo & Partners Srl
Via A. Colavita 19 - Lamezia Terme (CZ)
Ingegneri Guadagnuolo & Partners
Ing. Alessandro Guadagnuolo
Ing. Luigi Guadagnuolo

SIGEA SaS
Via Savonarola 9 - Corato (BA)
Dott. Geol. Gianluigi Mazzilli
Dott. Geol. Pierluigi Arbore

Ingegneri della Provincia di Torino — Dott. Ing. R. ANDREA BENINCASA di CARAVACIO n° 6601 X

OGGETTO ELABORATO

RELAZIONE TECNICA STRADALE

Approvazione ENAC

Riferimento Elaborato	Data	Scala	Codice elaborato	Rev.
	DICEMBRE 2025	-	PE T00 PS00 TRA RE01	C

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
D					
C	DICEMBRE 2025	REVISIONE	F.KËRTUSHA	C. ALASIA	A. BENINCASA
B	LUGLIO 2025	REVISIONE A SEGUITO MODULI ISPETTIVI CONTECO	F.KËRTUSHA	C. ALASIA	A. BENINCASA
A	GIUGNO 2025	PRIMA EMISSIONE	F.KËRTUSHA	C. ALASIA	A. BENINCASA

Sommario

1 PREMESSA 1

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO 3

2.1 CRITERI PER LE VERIFICHE DEI RISPONDENZA AL D.M. 05/11/2001 4

2.1.1 VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE 4

2.1.2 VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE 8

2.1.3 ANALISI DI VISIBILITÀ 10

2.2 CRITERI PER LE VERIFICHE DEI RISPONDENZA AL D.M. 19/04/2006 12

2.2.1 DISTANZE DI VISIBILITÀ DELLE INTERSEZIONI A RASO 19

3 PROGETTO STRADALE 20

3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 20

3.2 ANALISI DELLO STATO DI FATTO 21

3.2.1 VIABILITA' STRADALE DI ACCESSO 21

3.2.2 PARCHEGGI IN PROGETTO 21

3.2.3 STIMA FLUSSI DI TRAFFICO 24

3.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI 26

3.3.1 VERIFICHE DI RISPONDENZA AL D.M. 05/11/2001 29

3.4 NOTA ROTATORIA USCITA VIALE RODOLFO IMBROGNO 56

3.5 SEZIONI STRADALI TIPOLOGICHE 56

4 PAVIMENTAZIONE 63

5 SEGNALETICA 64

6 BARRIERE DI SICUREZZA 65

1 PREMESSA

La progettazione riguarda l'intervento di **"Riqualifica della viabilità di accesso e delle aree di sosta"** che prevede la rivisitazione completa della viabilità con distinzioni dei flussi diretti ad aree dei vari servizi che offre l'area Terminal zona Land-side.
L'ubicazione dell'opera è indicata di seguito:

Figura 1: Inquadramento territoriale dell'intervento

L'aeroporto si sviluppa su un'area di circa 260 ettari ed è costituito da una pista di volo di circa 3.000 m, un piazzale di sosta aa/mm, bretelle di collegamento, aerostazione passeggeri e merci, parcheggi ed infrastrutture minori di supporto alle attività aeroportuali. In area limitrofa all'aeroporto è presente un insediamento militare, utilizzato dall'Aviazione Leggera dell'Esercito Italiano e collegato, attraverso una bretella, con le infrastrutture di volo dell'aeroporto.

Nell'ambito del Sistema Aeroportuale Calabrese, costituito dagli aeroporti di Crotone, Lamezia Terme e Reggio Calabria, Lamezia Terme rappresenta il principale scalo per importanza e volumi di traffico.

Il traffico commerciale rappresenta la quasi totalità dei passeggeri (99,97%), mentre l’aviazione generale totalizza solo alcune centinaia di passeggeri.

Nella presente relazione sono descritte le caratteristiche del progetto stradale.

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

I principali riferimenti normativi relativamente agli aspetti stradali di tutte le infrastrutture in progetto sono:

- D.Lgs. 30/04/92, n. 285 e s.m.i.: "Nuovo Codice della Strada";
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e s.m.i.: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada";
- C.N.R. 28/07/1980 "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane"
- D.M. n.236/1989 "!Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche"
- D.M. 05/11/01, n. 6792 e s.m.i.: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".
- D.M. 19/04/2006: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".
- D.M. 18/02/92, n. 223: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza", così come recentemente aggiornato dal D.M. 21/06/04: "Aggiornamento delle istruzione tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D.M. II.TT. 22/04/2004 "Modifica del decreto 5 Novembre 2001";
- D.P.R. 24/07/96 n° 503 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici";

2.1 CRITERI PER LE VERIFICHE DEI RISPONDENZA AL D.M. 05/11/2001

2.1.1 VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(a) Raggio minimo delle curve planimetriche.

Le curve circolari devono avere un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 05/11/2001 che risulta:

- pari a 118 metri nel caso di strade extraurbane secondarie TIPO C;

- pari a 45 metri nel caso di strade extraurbane locali TIPO F extraurbane;

- pari a 19 metri nel caso di strade extraurbane locali TIPO F urbane.

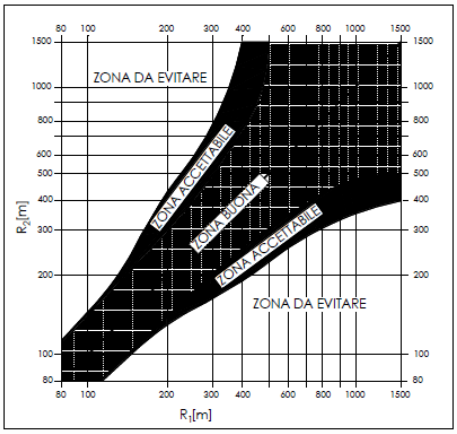
(b) Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettifilo (L) che la precede:

per $L < 300$ *m* $\quad R \geq L$

per $L \geq 300$ *m* $\quad R \geq 400$ *m*

(c) Compatibilità tra i raggi di due curve successive.

Nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve di raggio più piccolo si dovrà fare riferimento all'abaco estratto dalla norma e riportato nella figura successiva (Abaco di Koppel).



Abaco di Koppel (DM 05/ 11/01)

Figura 2: Abaco di Koppel

(d) Lunghezza massima dei rettifili:

$$L_{max} = 22 \cdot V_{p,max}$$

dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità di progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

(e) Lunghezza minima dei rettifili.

La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla tabella estratta dalla norma e riportata in tabella; per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

V_p [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
L_{min} [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

Lunghezza minima dei rettifili in relazione alla velocità

Figura 3: L minima rettifili

(f) Congruenza del diagramma delle velocità.

La norma prevede che per Vp,max ≤ 80 km/h (e quindi per strade tipo D e F) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla Vp,max a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 5 km/h. Inoltre, fra due curve successive (nel caso di Vp1 > Vp2) tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 10 km/h.

La costruzione del diagramma di velocità lungo l'asse stradale è stata effettuata secondo quanto prescritto dal DM 05/11/2001 e di seguito riportato:

- la velocità è mantenuta costante lungo lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a R2.5;
- la velocità varia crescendo verso la velocità massima dell'intervallo di progetto lungo i rettifili, le clotoidi e gli archi con raggio non inferiore a R2.5;
- il valore di accelerazione e decelerazione è pari a 0,8 m/s^2. Tale valore è stato mantenuto invariato anche per i tratti in approccio alle intersezioni con schema a rotatoria;
- in corrispondenza delle rotatorie si è assunta una velocità di percorrenza pari a 30 km/h;
- la pendenza longitudinale non influenza la velocità di progetto.

(g) Lunghezza minima delle curve circolari.

La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti deve essere percorsa per almeno 2.5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

$$L_{c,min} = 2.5 \cdot v_p$$

con v_p in m/s ed $L_{c,min}$ in m.

(h) Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)

<u>Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)</u>

Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccolpo), fra il parametro A e la massima velocità V (km/h), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide deve essere verificata la relazione:

$$A_{min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{gvR \cdot (q_f - q_i)}{c}}$$

dove:

- c = contraccolpo;
- v = massima velocità (m/s), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato;
- qi = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;
- qf = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;
- g = accelerazione di gravità.

Ponendo $c = \frac{14}{v(^m/_s)} = \frac{50.4}{V(^{km}/_h)}$ si ottiene:

$$A_{min} = \sqrt{\frac{v^4}{14} - \frac{gv^2R \cdot (q_f - q_i)}{14}} = \frac{v}{\sqrt{14}}\sqrt{v^2 - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

$$A_{min} = \frac{V}{3{,}6\sqrt{14}}\sqrt{\frac{V^2}{12{,}96} - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

Il DM 6792/2001 propone, in alternativa, di effettuare il calcolo con una formula approssimata che non tiene conto della componente dell'accelerazione centripeta compensata dalla variazione di pendenza trasversale. L'espressione per il calcolo di A_{min} diventa, in questo caso:

$$A_{min} = \frac{V^2}{12.96\sqrt{14}} = 0.0206125 \cdot V^2 \cong 0.021 \cdot V^2$$

<u>Criterio 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)</u>

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti pendenze trasversali, che vanno raccordate longitudinalmente, introducendo una sovrapendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{max}} \cdot 100 \cdot B_i |q_i + q_f|}$$

dove:

- B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;
- Δi_{max} (%) = sovrapendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che

distano Bi dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;

- $q_i = \frac{i_{c_i}}{100}$ dove i_{c_i}= pendenza trasversale iniziale
- $q_f = \frac{i_{c_f}}{100}$ dove i_{c_f}= pendenza trasversale finale
- $|q_i + q_f|$ è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

$$A \geq A_{min} = \sqrt{\frac{B_i \cdot (|q_f| - |q_i|)}{\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) \cdot \frac{\Delta i_{max}}{100}}}$$

<u>Criterio 3 (Ottico)</u>

Per garantire la percezione ottica del raccordo e del successivo cerchio deve essere verificata la relazione:

R/3 ≤ A ≤ R

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

R2/3 ≤ A ≤ R1

dove R1 è il raggio minore ed R2 il raggio maggiore dei due cerchi raccordati con la clotoide di continuità.

Oltre ai criteri precedentemente descritti si è proceduto alla verifica del rapporto AE/AU delle due clotoidi in ingresso ed in uscita da una curva circolare e del rapporto A1/A2 tra due clotoidi in un flesso asimmetrico, secondo quanto prescritto dal D.M. 5/11/2001:

2/3 ≤ AE/AU ≤ 3/2 2/3 ≤A1/A2 ≤ 3/2

2.1.2 VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

a) Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo C (extraurbana secondaria), è pari al 7%.

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo F (strade urbane ed extraurbane locali), è pari al 10%.

I suddetti valori della pendenza massima possono essere aumentati di una unità qualora, da una verifica da effettuare di volta in volta, risulti che lo sviluppo della livelletta sia tale da non penalizzare eccessivamente la circolazione, in termini di riduzione delle velocità e della qualità del deflusso.

b) Raccordi verticali convessi

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) viene determinato come di seguito:

- se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

- se invece D > L

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - 100 \cdot \frac{h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta i} \right]$$

dove:

- Rv = raggio del raccordo verticale convesso [m];
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m];
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento;
- h1 = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m];
- h2 = altezza dell'ostacolo [m].

Si pone di norma h1 = 1.10 m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone h2 = 0.10 m; in caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia si pone h2 = 0.10 m; in caso di visibilità necessaria per il sorpasso si pone h2 = 1.10 m.

c) Raccordi verticali concavi

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

- se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta)}$$

- se invece D > L

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - \frac{100}{\Delta i} \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta) \right]$$

dove:

- Rv = raggio del raccordo verticale concavo [m];
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m];
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento;
- h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale;
- ϑ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

Si pone di norma h = 0.5 m e ϑ = 1°.

2.1.3 ANALISI DI VISIBILITÀ

Per distanza di visuale libera (DVL) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (DM 05/11/2001, prot. N° 6792), lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, con la seguente distanza:

- ***distanza di visibilità per l'arresto*** che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto.

Per il calcolo della distanza di visibilità per l'arresto è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM 05/11/2001. La norma indica di calcolare la distanza di arresto in funzione della velocità di progetto desunta dal diagramma delle velocità e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3.6} \cdot \tau - \frac{1}{3.6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \cdot \left[f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{R_a(V)}{m} + r_0(V)} dV \qquad [m]$$

dove:

- D_1 = spazio percorso nel tempo τ
- D2 = spazio di frenatura
- V0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]
- V1 = velocità finale del veicolo, in cui V1=0 in caso di arresto [km/h]
- i = pendenza longitudinale del tracciato [%]
- τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]
- g = accelerazione di gravità [m/s2]
- Ra = resistenza aerodinamica [N]
- m = massa del veicolo [kg]
- fl= quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per frenatura
- r0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

Per il tempo complessivo di reazione si sono assunti valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h, in considerazione della attenzione più concentrata alle alte velocità:

$$\tau = (2{,}8 - 0{,}01V) \ \text{[s]} \qquad \text{con V in km/h}$$

Per f_l possono adottarsi le due serie di valori di seguito riportate, una relativa e l'altra valida per tutti gli altri tipi di strade. Tali valori sono compatibili anche con una superficie stradale leggermente bagnata (spessore del velo idrico di 0.5mm).

VELOCITA' (km/h)	25	40	60	80	100	120	140
f_l	0.45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

DM 6792/2001, coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente

Figura 4: Coefficienti di aderenza

Il D.M. 5/11/2001 definisce un abaco di correlazione tra la pendenza longitudinale e la distanza di arresto valido in condizione di pendenza costante. Nei tratti di variabilità di detta pendenza, ovvero in corrispondenza dei raccordi verticali, è stato assunto per essa il valore medio, così come suggerito dalla stessa normativa.

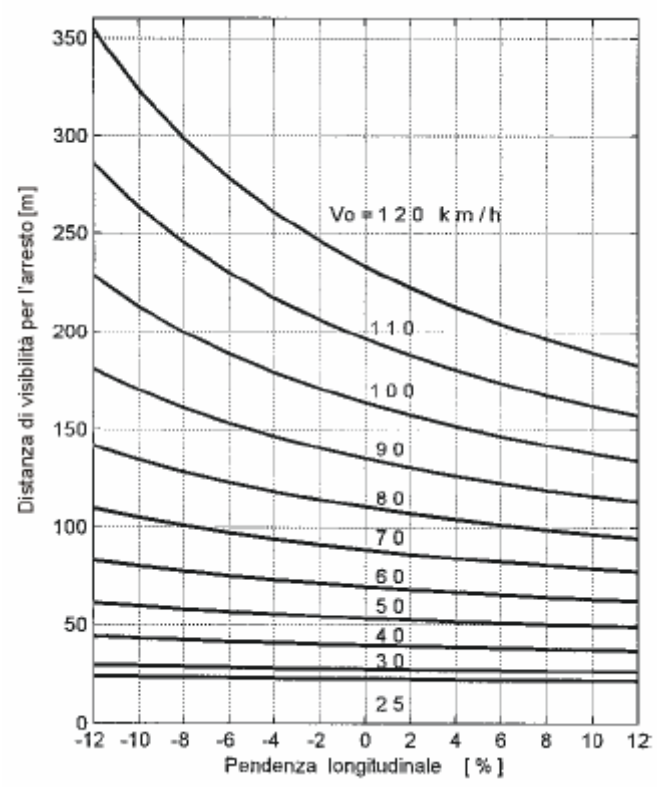


Figura 5: Distanza di arresto

2.2 CRITERI PER LE VERIFICHE DEI RISPONDENZA AL D.M. 19/04/2006

Tipologie

La normativa cogente considera tre tipologie fondamentali di rotatorie in base al diametro della circonferenza esterna De (limite della corona rotatoria):

- rotatorie convenzionali con diametro esterno De compreso tra 40 e 50 m;
- rotatorie compatte con diametro esterno De compreso tra 25 e 40 m;
- mini rotatorie con diametro esterno De compreso tra 14 e 25 m.

Per sistemazioni con "circolazione rotatoria", che non rientrano nelle tipologie su esposte, il dimensionamento e la composizione geometrica debbono essere definiti con il principio dei tronchi

di scambio tra due bracci contigui. In questi casi le immissioni devono essere organizzate con appositi dispositivi.

Un ulteriore elemento distintivo tra le tre tipologie fondamentali di attrezzatura rotatoria è

rappresentato dalla sistemazione dell'isola circolare centrale:

- in parte transitabile per le manovre dei veicoli pesanti nel caso di mini-rotatorie con diametro esterno De compreso fra 25 e 18 m;
- completamente transitabile per quelle con diametro esterno De compreso fra 18 e 14 m;
- non sormontabile per le rotatorie compatte.

In base alla classificazione delle intersezioni riportata nel capitolo 3, in ambito extraurbano l'adozione di mini rotatorie viene limitata agli incroci tipo F/F tra strade locali, mentre le rotatorie compatte sono consentite per gli incroci tipo C/C, C/F, F/C.

Un'intersezione stradale risolta a rotatoria va accompagnata lungo i rami di approccio da idonea segnaletica, se necessario anche integrativa rispetto a quella di preavviso, e da eventuali ulteriori strumenti di regolazione della velocità.

Dimensionamento degli elementi modulari

La norma vigente definisce le larghezze degli elementi modulari delle rotatorie, secondo quanto indicato nella tabella successiva.

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6,00
	Compreso tra 25 e 40	7,00
	Compreso tra 14 e 25	7,00 - 8,00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9,00
	< 40	8,50 - 9,00
Bracci di ingresso (**)		3,50 per una corsia 6,00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4,00
	≥ 25	4,50

(*) deve essere organizzata sempre su una sola corsia.
(**) organizzati al massimo con due corsie.

Figura 6: Tipologie di rotatoria

Geometria delle rotatorie

Il criterio principale per definire la geometria delle rotatorie riguarda il controllo della deviazione delle traiettorie in attraversamento del nodo. Infatti, per impedire l'attraversamento di un'intersezione a

rotatoria ad una velocità non adeguata, è necessario che i veicoli siano deviati per mezzo dell'isola centrale. La valutazione del valore della deviazione viene effettuata per mezzo dell'angolo di deviazione β (vedi Figura). Per determinare la tangente al ciglio dell'isola centrale corrispondente all'angolo di deviazione β, bisogna aggiungere al raggio di entrata Re,2 un incremento b pari a 3.50 m. Per ciascun braccio di immissione si raccomanda un valore dell'angolo di deviazione β di almeno 45°.

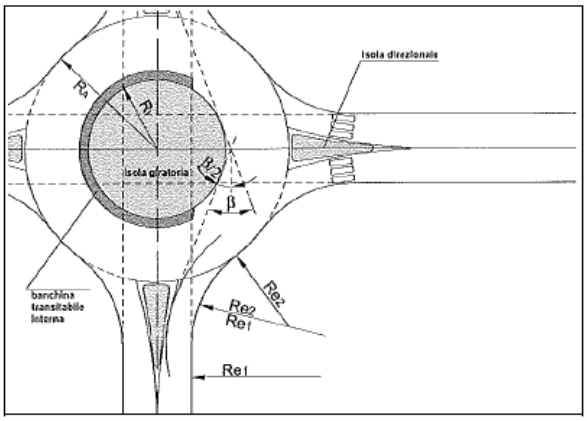


Figura 7: Elementi di progetto rotatorie

Capacità di una rotatoria

Nelle rotatorie progettate con la precedenza all'anello viene adottato come parametro caratteristico la capacità delle entrate. Si definisce capacità dell'entrata il più piccolo valore del flusso sul ramo d'ingresso che determina la presenza permanente di veicoli in attesa di immettersi [2]. Questo valore del flusso dipende dal flusso che percorre l'anello, e quindi dall'insieme dei flussi in ingresso e in uscita da tutti i bracci della rotatoria. Non è pertanto possibile calcolare la capacità di un braccio se non è nota l'intera matrice M origine/destinazione della rotatoria, dalla quale si ricava la matrice di distribuzione N, il cui generico elemento ρi,j fornisce la frazione del flusso entrante da i che esce in j. Per caratterizzare la rotatoria nel suo insieme si fa riferimento alle seguenti definizioni di capacità:

- capacità semplice;
- capacità totale.

Data una matrice **M** origine-destinazione, sia *δ* il più piccolo scalare che moltiplicato per **M** dia luogo ad un insieme di flussi entranti e uscenti dalla rotatoria tale che la capacità, come precedentemente definita, sia raggiunta su uno dei bracci. Il prodotto di *δ* per il flusso entrante da questo braccio che

si ricava dalla matrice **M** è la capacità semplice della rotatoria. Ossia, data una ripartizione dei flussi di traffico, la capacità semplice è il primo valore del flusso entrante che ha raggiunto la sua capacità (e quindi il primo fenomeno di congestione), per un aumento uniforme di tutti i flussi in ingresso.

Data una matrice di distribuzione **N** si definisce *capacità totale* della rotatoria la somma dei flussi in ingresso che, distribuendosi secondo **N** fra le diverse uscite, determinano il raggiungimento contemporaneo della capacità su tutti i bracci.

Una prima indicazione sull'ordine di grandezza della capacità di una rotatoria è fornita dal traffico complessivo entrante, infatti, se esso è:

- minore di 1.500 veq/h, normalmente la rotatoria non ha problemi a smaltire il traffico circolante, anche nella conformazione geometrica minima prevista dal presente Manuale

- da 1500 a 2000 veq/h, è necessario un esame della ripartizione del traffico. Si deve verificare che la somma delle correnti in entrata e in circolazione non superi i 1000 veq/h su ciascuna entrata.

- maggiore di 2000 veq/h, è necessario valutare la capacità delle singole entrate con la metodologia proposta nel paragrafo successivo.

I flussi sono espressi in autovetture equivalenti per ora (veq/h). Per la trasformazione dei flussi di veicoli diversi dalle autovetture in veq si possono adottare i seguenti coefficienti di conversione:

- ciclo o motociclo = 0.5 veq;

- veicolo leggero = 1.0 veq;

- veicolo pesante o autobus = 2.0 veq.

Questi valori sono coefficienti indicativi da utilizzare nel caso in cui le varie metodologie non forniscano valori specifici.

Sagoma limite inscrivibile in curva

Le rotatorie devono consentire il transito di qualunque veicolo. Nel Nuovo codice della strada oltre alla definizione di sagoma limite (art. 61), ossia le dimensioni massime che tutti i veicoli devono rispettare per poter circolare, vi è quella di fascia d'ingombro per l'inscrivibilità in curva dei veicoli; in particolare l'art. 217 del Regolamento di Attuazione definisce che: "ogni veicolo a motore, o complesso di veicoli, compreso il relativo carico, deve potersi inscrivere in una corona circolare (fascia d'ingombro) di raggio esterno 12,50 m e raggio interno 5,30 m".[4] [5] Tale articolo determina le condizioni di massimo ingombro dei veicoli che percorrono una curva, e di conseguenza le dimensioni geometriche di riferimento per il calcolo del raggio minimo della rotatoria e della larghezza dell'anello. È da notare che questi limiti costituiscono dei valori minimi, che comportano una manovra piuttosto difficoltosa da parte dei mezzi pesanti. Di conseguenza per agevolare la svolta di questi mezzi è opportuno adottare raggi interni superiori a 10-12 m. Per determinare la larghezza della fascia d'ingombro per raggi interni superiori a 5,30 m si prendono in esame due tipologie di veicoli: autobus lungo 12,0 m (lunghezza massima consentita dal Codice della strada per i veicoli isolati, ossia senza rimorchio); autoarticolato. Con riferimento alla Figura 8, l'autobus è caratterizzato dalle seguenti dimensioni geometriche: a = 2,70 m; p = 5,90 m; b = 2,50 m.

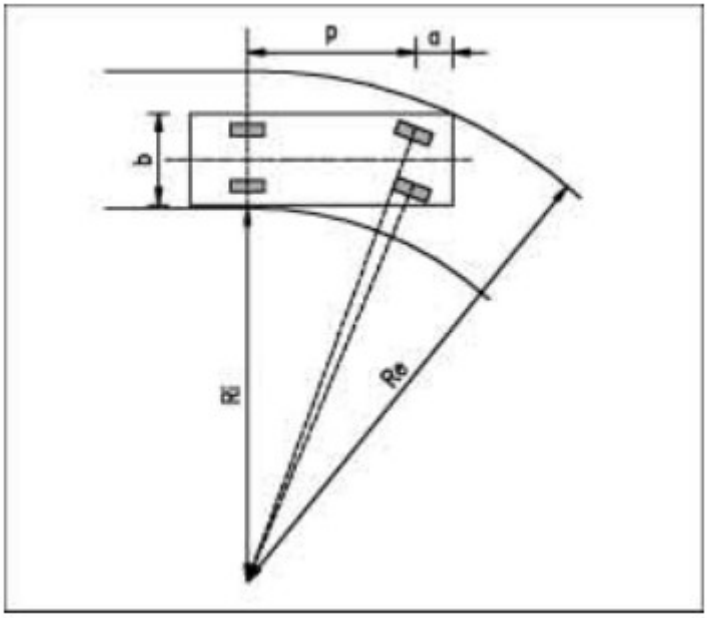


Figura 8: Iscrizione in curva di un veicolo isolato

Mediante semplici considerazioni geometriche si può calcolare la fascia d'ingombro (R_e-R_i) in funzione del raggio interno R_i. Nella Tabella 1 e nel grafico di Figura 10 è riportata la larghezza (R_e-R_i) al variare di R_i .

Tabella 1: Larghezza di ingombro per autobus e autoarticolato in funzione del raggio interno

Ri (m)	Autobus Re (m)	Autobus Re-Ri (m)	Autoarticolato Re (m)	Autoarticolato Re-Ri (m)
5.3	11.61	6.31	12.50	7.20
6.0	12.09	6.09	12.93	6.93
7.0	12.81	5.81	13.59	6.59
8.0	13.57	5.57	14.28	6.28
9.0	14.36	5.36	15.02	6.02
10.0	15.17	5.17	15.79	5.79
11.0	16.01	5.01	16.58	5.58
12.0	16.86	4.86	17.40	5.40
13.0	17.73	4.73	18.23	5.23
14.0	18.61	4.61	19.08	5.08
15.0	19.50	4.50	19.95	4.95
16.0	20.40	4.40	20.83	4.83
17.0	21.31	4.31	21.72	4.72
18.0	22.23	4.23	22.62	4.62
19.0	23.16	4.16	23.53	4.53
20.0	24.09	4.09	24.44	4.44
25.0	28.81	3.81	29.11	4.11
30.0	33.62	3.62	33.87	3.87
40.0	43.36	3.36	43.56	3.56
50.0	53.20	3.20	53.37	3.37
60.0	63.09	3.09	63.24	3.24
70.0	73.01	3.01	73.14	3.14
80.0	82.95	2.95	83.07	3.07
90.0	92.90	2.90	93.02	3.02
100.0	102.86	2.86	102.97	2.97

Nel caso di un autoarticolato si considerino le seguenti caratteristiche geometriche (per i parametri si veda Figura 9):

a = 1,50 m; p = 3,50 m; b = 2,55 m; e = 0,0 m; l_{max} = 7,78 m.

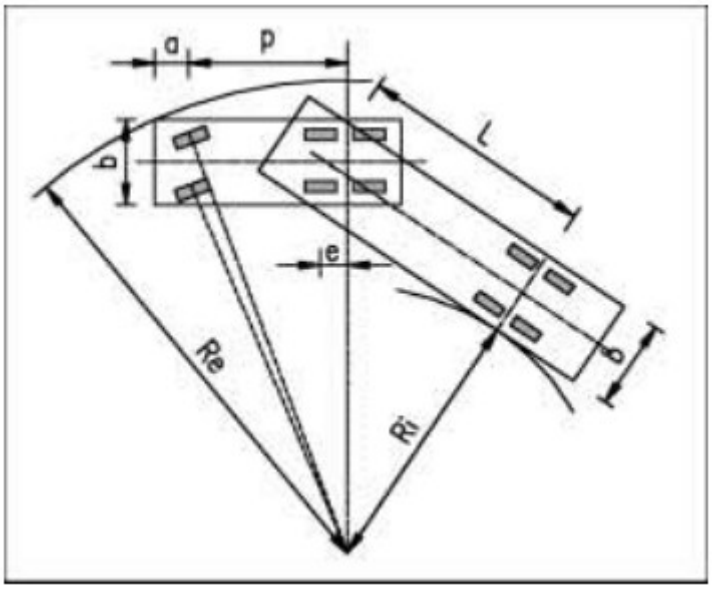


Figura 9: Iscrizione in curva di un autoarticolato

Con questi dati è stata ricavata la fascia d'ingombro limite (5,30m – 12,50m) indicata dall'art. 217 del *Regolamento di Attuazione*. Sono state altresì calcolate per raggi R_i superiori a 5,30m, le larghezze (R_e-R_i) necessarie per l'iscrizione del veicolo in curva (Tabella 1 e Figura 10).

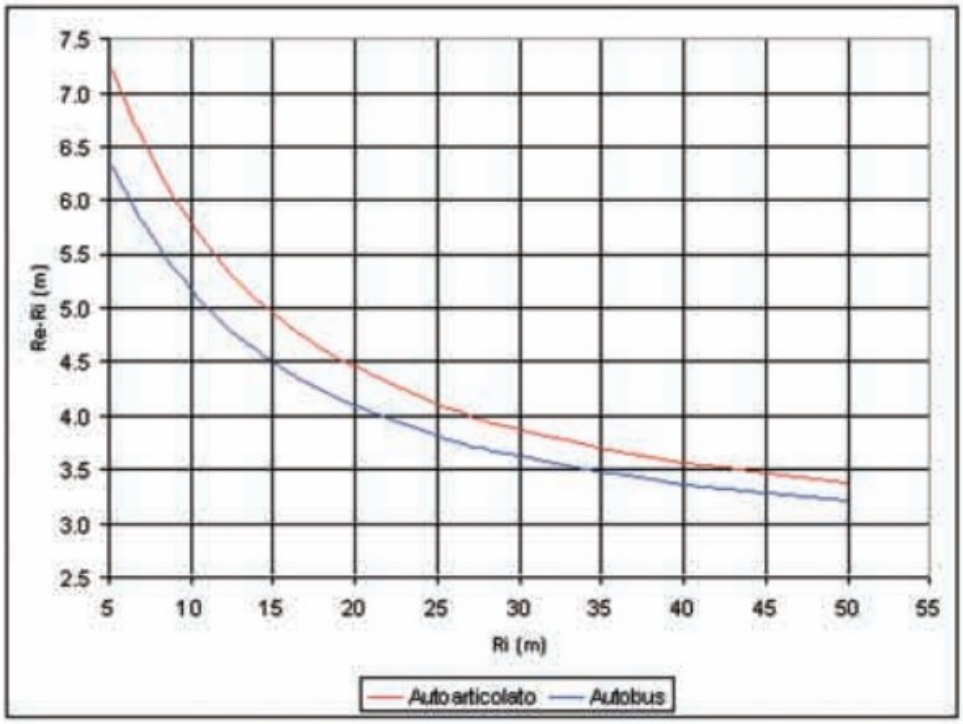
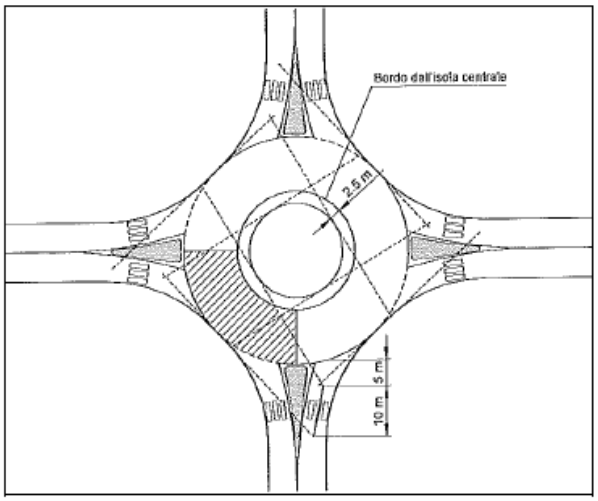


Figura 10: Grafico rappresentante la fascia d'ingombro (R_e-R_i) in funzione di raggio interno Ri nel caso di autoarticolati o autobus

2.2.1 DISTANZE DI VISIBILITÀ DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA



Campi di visibilità in incrocio a rotatoria

Figura 11: Elementi di progetto per visibilità rotatorie

Negli incroci a rotatoria, i conducenti che si approssimano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi; sarà sufficiente una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata in Figura 8, posizionando l'osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio.

3 PROGETTO STRADALE

3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'Aeroporto di Lamezia Terme è situato in località S. Eufemia nel comune di Lamezia Terme (CZ) a circa 2 Km dallo svincolo di Lamezia dell'autostrada A2 (Salerno - Reggio Calabria), a circa 2 Km dalla stazione ferroviaria di Lamezia lungo la direttrice del Tirreno, ed a circa 80 Km dal porto di Gioia Tauro.

Lamezia Terme è il quarto comune della Calabria per popolazione, con circa 70.000 abitanti, ed il settimo per superficie.

L'aeroporto, insieme alla vicina stazione ferroviaria (tra le più importanti della Regione Calabria) ed allo svincolo autostradale, a circa 2 km di distanza, formano infatti il principale nodo logistico per la mobilità delle persone situato nel centro della Calabria.

Il tracciato in progetto si colloca nella Provincia di Catanzaro Evidenziata in rosso si può individuare la posizione dell'area di intervento.

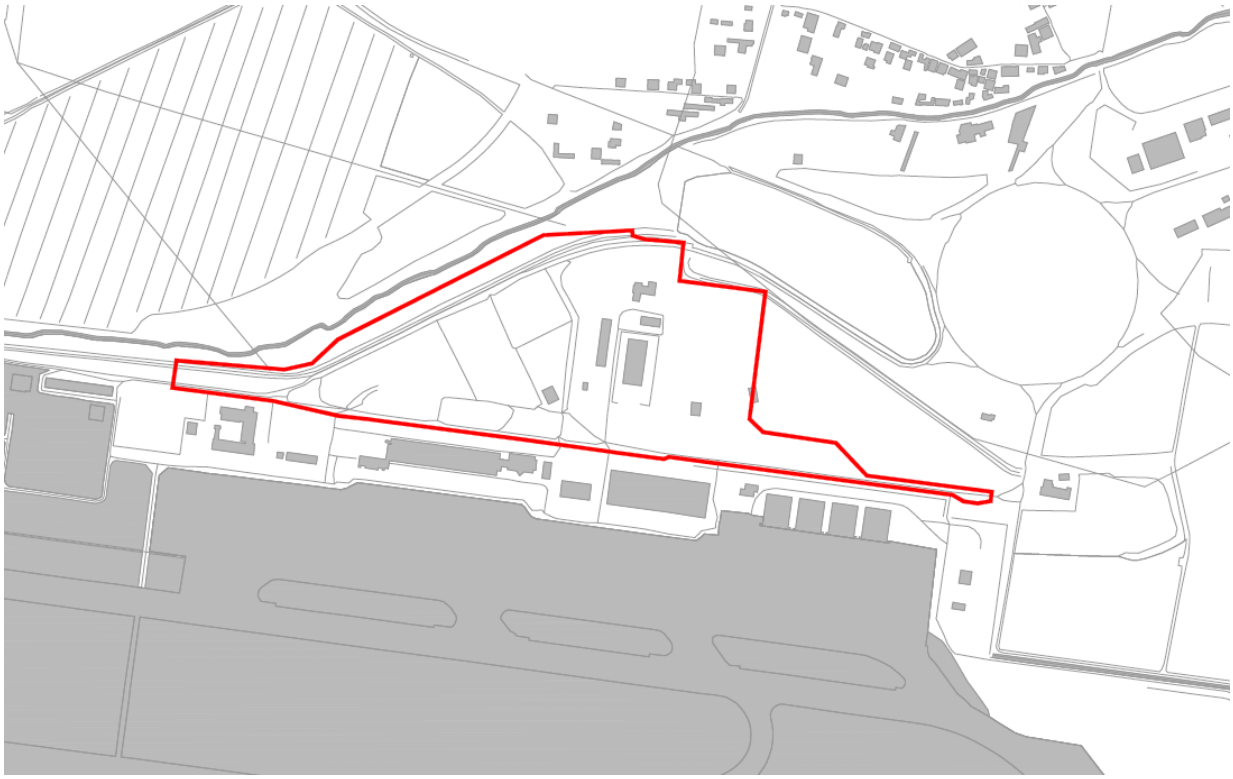


Figura 12: BDTRE 2021 (Regione Piemonte) – foglio 115060 – fuori scala

3.2 ANALISI DELLO STATO DI FATTO

3.2.1 VIABILITA' STRADALE DI ACCESSO

Dall'autostrada A2 Salerno - Reggio Calabria, il complesso aeroportuale dista circa due km ed è raggiungibile attraverso uno svincolo mediante la strada statale n° 280 "dei due mari". Parallelamente all'autostrada è posta la ferrovia, lungo la quale è situata la stazione di Santa Eufemia - Lamezia che dista anch'essa circa 2 km in linea d'aria dall'aeroporto.

Il complesso aeroportuale è connesso alla viabilità esterna tramite due strade a 2 corsie che si diramano da una stessa rotatoria. La prima strada consente il collegamento anche all'area militare posta in prossimità della testata 10 della pista di volo, percorrendo un tratto di perimetrale esterna.

Il tratto di viabilità propriamente dedicato al complesso aeroportuale si dirama dalla suddetta strada e costeggia l'aerostazione passeggeri, consentendo l'accesso ai parcheggi e raggiungendo l'aerostazione merci. La circolazione davanti l'aerostazione passeggeri è a senso unico con ingresso da ovest ed uscita in direzione est. Davanti l'aerostazione passeggeri e quella merci sono poste le aree per il parcheggio.

3.2.2 PARCHEGGI IN PROGETTO

La capacità complessiva attuale è di circa 1.400 posti auto per l'utenza (in parte a pagamento ed in parte liberi).

Sono inoltre presenti: aree dedicate alla sosta degli autobus di linea e charter, un'area di accosto lungo il marciapiede sul fronte dell'aerostazione, dedicata a taxi e macchine di servizio, una zona dedicata alla sosta dei veicoli a noleggio, con 350 posti auto, e altri due parcheggi per i dipendenti aeroportuali (per circa 250 posti).

Sotto la pensilina dell'aerostazione passeggeri le auto private possono effettuare brevi fermate esclusivamente per il carico e lo scarico dei bagagli.

Tuttavia, nonostante l'offerta significativa di posti auto, si verificano problematiche nella viabilità interna che penalizzano la circolazione dei veicoli in ingresso e uscita dall'aeroporto.

Di seguito si riporta la planimetria di inquadramento delle aree di parcheggio e una tabella riepilogativa della variazione degli stalli all'interno di ogni area:

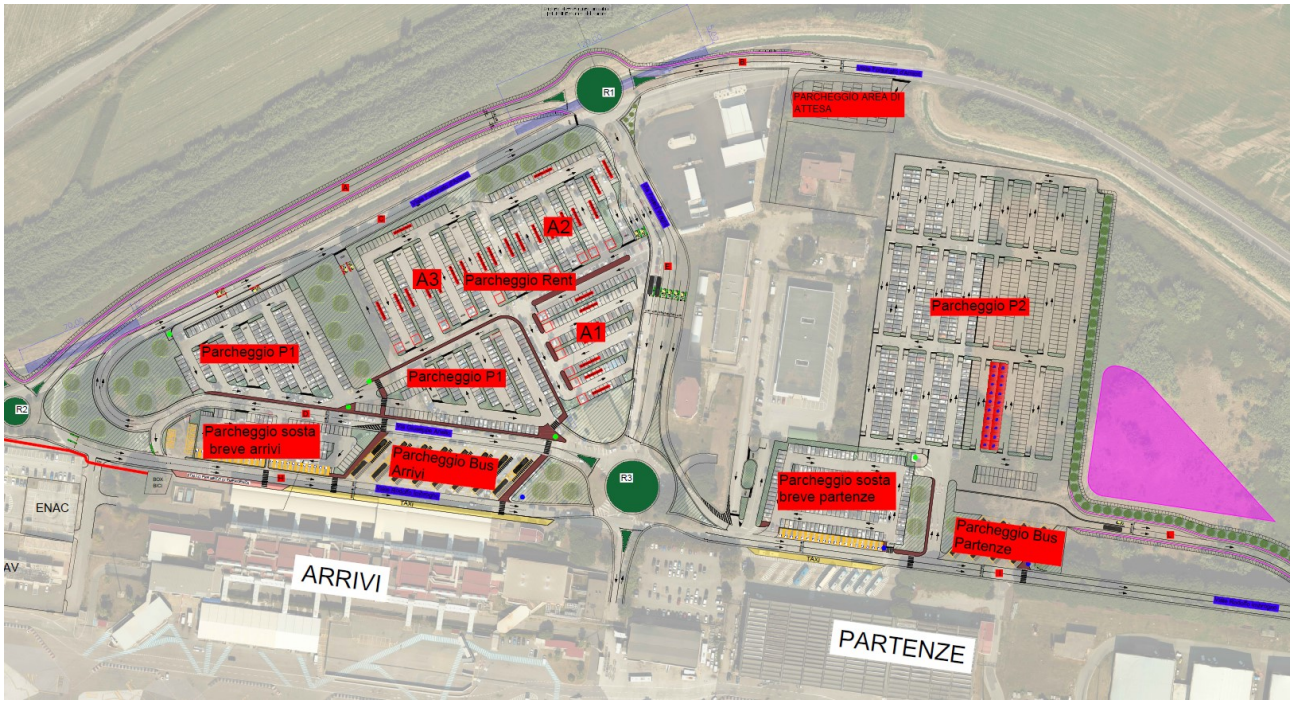


Figura 13: inquadramento aree parcheggio

AREA	SITUAZIONE ATTUALE	SITUAZIONE FUTURA	DIFFERENZA STALLI
Parcheggio P1	549	333	- 216
Parcheggio sosta breve arrivi	70 + 18 PRM	91 + 5 stalli moto + 23 PRM	+ 21 stalli auto + 5 stalli moto + 5 PRM
Parcheggio Rent-Car: • **A1** • **A2** • **A3**	 • 126 • 211 • -	 • 101 • 143 • 177	 • - 25 • - 68 • + 177
Parcheggio P2	386	Altro appalto	-

Parcheggio sosta breve partenze	175 + 17 PRM	163 + 15 stalli moto + 19 PRM	- 14 stalli auto + 15 stalli moto + 2 PRM
Parcheggio area di attesa	-	Altro appalto	-
Parcheggio bus arrivi	-	16	
Parcheggio bus partenze	-	8	
Taxi arrivi	Zona di attestazione fronte aerostazione di m 217	Zona di attesa di posti 11 + zona di attestazione fronte aerostazione di m 155	
Taxi partenze	-	Zona di attestazione fronte aerostazione di m 69	
TOTALE	1517 + 35 PRM	1008 + 20 stalli moto + 42 PRM (non considerati i parcheggi di altri appalti)	- 509 stalli auto + 20 stalli modo + 7 PRM

Il calcolo per i parcheggi minimi dei PRM (persone a ridotta mobilità) è stato fatto considerando il valore minimo del 2% rispetto ai posti auto disponibili nell'intera area di parcheggio aeroportuale non considerando le aree di parcheggio Rent-Car.

Su un totale di 1490 posti fruibili risulta un quantitativo minimo di posti PRM pari a 30 stalli, ma data la disponibilità di spazio si è arrivati a un totale di 42 stalli che lasciano un certo margine anche nell'eventualità di un ulteriore aumento di posti futuro.

La disposizione è stata pensata in funzione di garantire un accesso veloce e agevole ai PRM e una suddivisione ecqua in funzione della futura suddivisione tra il terminal arrivi e il nuovo terminal partenze.

Per quanto concerne i posti PRM da prevedere nelle aree di parcheggio Rent-Car, considerando sempre il valore minimo del 2%, dovranno essere presi in considerazione un numero minimo di stalli pari a 10 da collocare nelle aree comuni dei rent car.

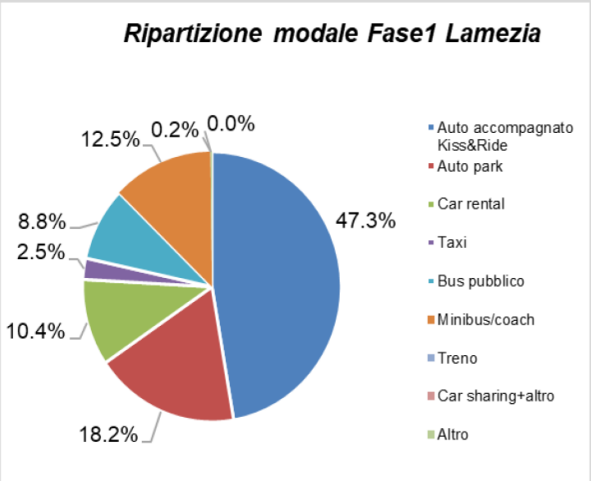
3.2.3 STIMA FLUSSI DI TRAFFICO

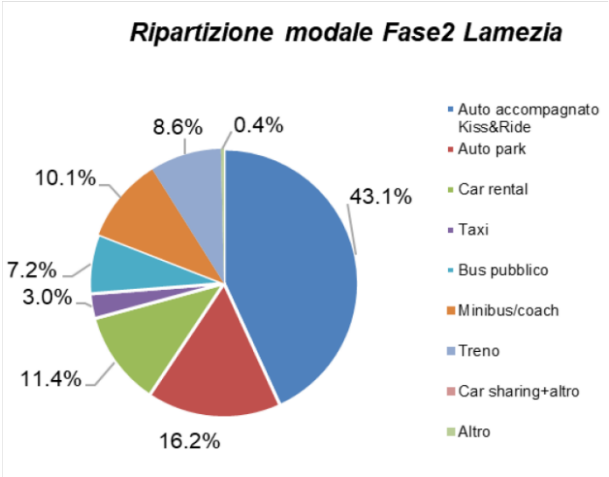
Dalle stime dei flussi di traffico aeroportuali, riportate nel documento "MASTERPLAN AEROPORTUALE MPD02" sono stati stimati un numero di passeggeri annuali come riportato nella tabella sottostante.

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Annual Pax	pax/ y	1.699.399	2.279.257	2.593.632	2.916.959	3.241.434	3.526.837	3.774.995	4.025.478	4.277.004
TPHP	pax/h	919	1.220	1.378	1.516	1.651	1.766	1.868	1.971	2.075
APHP	pax/h	551	732	827	909	990	1.059	1.121	1.183	1.245
DPHP	pax/h	643	854	965	1.061	1.155	1.236	1.308	1.380	1.452

In riferimento alla fase progettuale i dati presi in considerazione fanno riferimento a due scenari futuri, il primo nell'anno 2025, il secondo nell'anno 2029.

Da tali dati attraverso le ripartizioni modali riportate di seguito in cui la fase 1 si riferisce al primo step del piano di sviluppo aeroportuale (a breve termine: anno 2025) e la fase 2 si rifersce a una fase di sviluppo successiva (a lungo termine:2029).





Dall'unione delle ripartizioni modali con i dati di traffico sono state desunte le seguenti tabelle al fine di calcolare il numero di passeggeri nell'ora di punta suddivisi in arrivi (APHP) e partenze (DPHP).

Anno 2025	Ripartizioni modali	APHP	DPHP
K&R	0.473	468	546
AUTO PARK	0.182	180	210
CAR RENTAL	0.104	102	120
TAXI	0.025	24	28
BUS	0.088	87	101
MINIBUS	0.125	123	144
TRENO	0	0	0
CAR SHARING	0	0	0
ALTRO	0.002	1	2

Anno 2029	Ripartizioni modali	APHP	DPHP
K&R	0.431	426	497
AUTO PARK	0.162	160	187
CAR RENTAL	0.114	112	131
TAXI	0.03	29	34
BUS	0.072	71	83
MINIBUS	0.101	99	116
TRENO	0.086	85	99
CAR SHARING	0	0	0
ALTRO	0.004	3	4

I dati di passeggeri nell'ora di punta definiscono il flusso massimo di persone in arrivo o in partenza dall'aeroporto. Per stimare il traffico giornaliero totale sono stati moltiplicati il numero di passeggeri nell'ora di punta per un fattore di punta che rappresenta la variazione nel corso della giornata, stimato a circa il 16% del traffico totale giornaliero. Dopo aver stimato il numero di passeggeri al giorno è necessario definire quanti passeggeri ci sono mediamente per veicolo. Generalmente per un aeroporto si assume una media di 2 passeggeri per auto. In tal modo sono stati calcolati il numero di veicoli al giorno.

A questo punto occorre diversificare la tipologia e la durata della sosta, suddividendole in soste brevi (K&R) e soste lunghe (AUTO PARK). Il tempo medio della sosta breve sarà considerato pari a 30 min, quello delle soste lunghe pari a 1.5 giorni.

Attraverso queste considerazioni è stata stimata la domanda che poi viene rapportata all'offerta per definire un livello di servizio relativo alla saturazione degli stalli auto, che risulta congrua alle disposizioni progettuali.

Anno 2025	Domanda	Offerta
Sosta Lunga	984	1187
Sosta Breve	104	255

Anno 2029	Domanda	Offerta
Sosta Lunga	876	1187
Sosta Breve	96	255

3.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

L'intervento in progetto, dal punto di vista stradale, prevede una serie di interventi che riguardano l'intero sedime aeroportuale lato land-side. In particolare sono previsti interventi atti al miglioramento della viabilità interna del parcheggio aeroportuale, ampliamento e miglioramento degli accessi.

- ***Tratto A*** : compreso tra la rotatoria di innesto con Viale Fortunato d'Amico (ROT. R1) e la rotatoria di innesto con Viale Gino Guglietta (ROT. R2);
- ***Tratto B*** : collegamento tra l'esistente Viale Fortunato d'Amico e la rotatoria R1 a cui va ad innestarsi quest'ultimo;
- ***Tratto C*** : compreso tra la rotatoria R1 e la fine di Via Giuseppe Anello. Viene suddiviso in tre sotto-tratti denominati C1, C2 ed C3;
- ***Tratto D*** : compreso tra la rotatoria R3 e l'innesto tra Viale Fortunato d'Amico e Via Giuseppe Anello. Viene suddiviso in DUE sotto-tratti denominati D1, D2;
- ***Tratto E*** : compreso tra la rotatoria R1 e la rotatoria R2. Viene suddiviso in tre sotto-tratti denominati E1, E2 ed E3;
- ***Tratto F*** : compreso tra Via Giuseppe Anello e Viale Rodolfo Imbrogno;
- ***Tratto G:*** collegamento tra l'esistente Viale Gino Guglietta e la rotatoria R2 a cui va ad innestarsi quest'ultimo;

- ***Tratto H:*** compreso tra la rotatoria R2 e la rotatoria R3;
- ***Tratto I:*** compreso tra la rotatoria R3 e l'uscita est di Viale Rodolfo Imbrogno;
- ***Tratto L:*** compreso tra l'uscita dell'ampliamento del parcheggio P2 e Viale Rodolfo Imbrogno.

Le rotatorie in progetto sono 3 di seguito elencate:

- ***Rotatoria R1:*** con 4 rami di innesto di cui uno solo uscita e uno solo entrata, di diametro 40m e corona rotatoria pari a 6m;
- ***Rotatoria R2:*** con 3 rami di innesto di cui uno solo uscita, di diametro 30m e corona rotatoria pari a 6m;
- ***Rotatoria R3:*** con 5 rami di innesto di cui uno solo uscita e due solo entrata, di diametro 50m e corona rotatoria pari a 9m. La rotatoria presenta un diametro di 50 m per permettere che sia garantita la visibilità in in ingresso e in uscita dall'anello rotatorio, nonché assicurare un adeguato angolo di deviazione tra i rami di innesto della rotatoria ed una maggiore sicurezza di circolazione.

Oltre al tracciato stradale è previsto il rifacimento e ampliamento dei parcheggi di servizio aeroportuale così definiti:

- ***Parcheggio P1:*** composto da 333 stalli auto
- ***Parcheggio P2***
- ***Parcheggio rent - car:*** composto da 421 stalli auto
- ***Parcheggio Bus arrivi***
- ***Parcheggio Bus partenze***
- ***Parcheggio area di attesa:*** situato in zona nord del sedime vicino all'esistente stazione di rifornimento del carburante;
- ***Parcheggio sosta breve arrivi:*** composto da 91 stalli auto
- ***Parcheggio sosta breve partenze:*** composto da 163 stalli auto

Dal momento che il tracciato ha sede sull'attuale sedime aeroportuale si è cercato di mantenere il più possibile una quota altimetrica pari a quella dell'esistente, in modo tale da seguire il rilievo topografico dell'esistente e garantire la facilità di innesto e collegamento con i numerosi accessi previsti.

Il tracciato comprende quindi una serie di interventi aventi quale specifica finalità l'adeguamento e il potenziamento delle infrastrutture esistenti nonchè il miglioramento dell'accessibilità e della capacita delle aree di sosta. Essi sono così riassunti:

- Realizzazione di una rotatoria a 4 rami di intersezione (ROT.R1), a risoluzione dell'intersezione tra la bretella di nuova realizzazione, Via Fratelli Wright e gli innesti con Viale Fortunato d'Amico;

- Realizzazione di una rotatoria a 3 rami di intersezione (ROT. R2) a risoluzione dell'intersezione tra Viale Fortunato d'Amico, Viale Rodolfo Imbrogno e Viale Gino Guglietta;

- Realizzazione di una rotatoria a 5 rami di intersezione (ROT. R3) a risoluzione dell'intersezione tra Via Fratelli Wright, Via Giuseppe Anello e gli innesti con Viale Rodolfo Imbrogno;

- Realizzazione di un tratto stradale (tratto A) di circa 392 m di collegamento tra la rotatoria R1 e la rotatoria R2;

- Realizzazione di un tratto stradale (tratto B) di circa 181 m di collegamento tra la rotatoria R1 e strada esistente;

- Realizzazione di un tratto stradale (tratto C) suddiviso in tre sotto tratti denominati C1, C2 e C3 per una lunghezza totale di circa 343 m di collegamento tra la l'uscita lato ovest e la rotatoria R1;

- Realizzazione di un tratto stradale (tratto D) suddiviso in due sottotratti denominati D1 e D2 per una lunghezza totale di circa 300 m di collegamento tra la rotatoria R3 e l'uscita lato ovest;

- Realizzazione di un tratto stradale (tratto E) suddiviso in tre sotto tratti denominati E1, E2 e E3 per una lunghezza totale di circa 244 m di collegamento tra la rotatoria R1 e la rotatoria R3;

- Realizzazione di un tratto stradale (tratto H) di circa 350 m di collegamento tra la rotatoria R2 e la rotatoria R3;

- Realizzazione di un tratto stradale (tratto I) di circa 601 m di collegamento tra la rotatoria R3 e l'uscita lato est;
- Realizzazione di un tratto stradale (tratto L) di circa 175 m di collegamento tra l'uscita del parcheggio P2 e Viale Rodolfo Imbrogno;
- Rifacimento parcheggio Car Rental di circa 16300 mq di superficie;
- Rifacimento parcheggio P1 di circa 9000 mq di superficie;
- Rifacimento di parcheggi Sosta breve e Bus di circa 6400 mq di superficie;
- Ampliamento parcheggio P2 di circa 15000 mq di superficie.

In allegato alla presente relazione si posso trovare le tavole rappresentanti gli inviluppi delle manovre più critiche per i mezzi di grossa taglia quali uscite dai parcheggi, rotatorie e svolte con raggi particolarmente ridotti. È da intendersi che non sono rappresentate tutte le manovre possibili in ogni situazione ma solo quelle più difficoltose che permettono di considerare verificate anche le restanti.

3.3.1 VERIFICHE DI RISPONDENZA AL D.M. 05/11/2001

Nelle tabelle a seguire vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono gli assi stradali. In colonna (1) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

− *R* = Rettifilo

− *C* = Curva Circolare

− *AT* = Clotoide di Transizione

− *AF* = Clotoide di Flesso (E=Entrata, U=Uscita)

− *AC* = Clotoide di Continuità

In colonna (8) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa), in colonna (10) e (11) il valore di pendenza trasversale, mentre in colonna (9) è riportato per ogni elemento il valore massimo della velocità di progetto dedotto dal diagramma delle velocità.

Tabella 2: Andamento planimetrico tracciato A

	Tracciato A									
Elem	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**Sviluppo (m)**	**A (m)**	**Raggio I (m)**	**Raggio F (m)**	**Vs**	**Vel (km/h)**	**pt dx (%)**	**pt sx (%)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
R	0	3.22	3.22	0	0	0		40	-2.5	-2.5
AT	3.22	36.88	33.67	100.50	0	300.00	Sx	40	0	0
C	36.88	85.69	48.81	0	300.00	300.00	Sx	40	2.5	-2.5
AT	85.69	119.36	33.67	100.50	300.00	0	Sx	40	0	0
R	119.36	236.45	117.09	0	0	0		40	-2.5	-2.5
AT	236.45	276.70	40.25	119.97	0	357.63	Sx	40	0	0
C	276.70	316.89	40.19	0	357.63	357.63	Sx	40	2.5	-2.5
C	316.89	379.18	62.29	0	150.57	150.57	Sx	40	2.5	-2.5

Tabella 3: Andamento planimetrico tracciato B

	Tracciato B									
Elem	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**Sviluppo (m)**	**A (m)**	**Raggio I (m)**	**Raggio F (m)**	**Vs**	**Vel (km/h)**	**pt dx (%)**	**pt sx (%)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
R	0	41.11	41.11	0	0	0		40	-2.5	-2.5
AT	41.11	69.23	28.12	75.93	0	205.00	Sx	40	0	0
C	69.23	104.00	34.77	0	205.00	205.00	Sx	40	2.5	-2.5
AT	104.00	132.13	28.13	75.93	205.00	0	Sx	40	0	0
R	132.13	174.49	42.36	0	0	0		40	-2.5	-2.5

Tabella 4: Andamento planimetrico tracciato C

	Tracciato C									
Elem	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**Sviluppo (m)**	**A (m)**	**Raggio I (m)**	**Raggio F (m)**	**Vs**	**Vel (km/h)**	**pt dx (%)**	**pt sx (%)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
C	0	26.15	26.15	0	278200	278200	Dx	30	-2.5	-2.5
R	26.15	195.39	169.24	0	0	0		30	-2.5	-2.5

Tabella 5: Andamento planimetrico tracciato D

	Tracciato D									
Elem	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**Sviluppo (m)**	**A (m)**	**Raggio I (m)**	**Raggio F (m)**	**Vs**	**Vel (km/h)**	**pt dx (%)**	**pt sx (%)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
R	0	7.12	7.12	0	0	0		30	-2.5	-2.5
AT	7.12	27.12	20.00	42.43	0	90.00	Sx	30	0	0
C	27.12	48.50	21.38	0	90.00	90.00	Sx	30	2.5	-2.5
AT	48.50	68.51	20.01	37.26	90.00	0	Sx	30	0	0
R	68.51	246.40	177.89	0	0	0		30	-2.5	-2.5
C	246.40	260.66	14.26	0	34.65	34.65	Sx	30	2.5	-2.5
AFE	260.66	275.72	15.06	22.85	34.65	0	Sx	30	0	0
AFU	275.72	298.31	22.59	22.31	0	22.04	Dx	30	0	0
C	298.31	332.88	34.57	0	22.04	22.04	Dx	30	-2.5	2.5
AT	332.88	380.96	48.08	32.55	22.04	0	Dx	30	0	0
R	380.96	655.72	274.76	0	0	0		30	-2.5	2.5

Tabella 6: Andamento planimetrico tracciato E

	Tracciato E									
Elem	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**Sviluppo (m)**	**A (m)**	**Raggio I (m)**	**Raggio F (m)**	**Vs**	**Vel (km/h)**	**pt dx (%)**	**pt sx (%)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
R	0	81.79	81.79	0	0	0		20	-2.5	-2.5
AT	81.79	93.81	12.02	23.00	0	44.00	Dx	20	0	0
C	93.81	109.54	15.73	0	44.00	44.00	Dx	20	2.5	-2.5
AT	109.54	121.56	12.02	23.00	44.00	0	Dx	20	0	0
R	121.56	148.28	26.72	0	0	0		20	-2.5	-2.5
AT	148.28	158.28	10.00	44.72	0	200.00	Dx	20	2.5	-2.5
C	158.28	175.95	17.67	0	200.00	200.00	Dx	20	0	0
AT	175.95	185.95	10.00	44.72	200.00	0	Dx	20	0	0
R	185.95	241.78	55.83	0	0	0		20	-2.5	2.5

Tabella 7: Andamento planimetrico tracciato H

	Tracciato H									
Elem	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**Sviluppo (m)**	**A (m)**	**Raggio I (m)**	**Raggio F (m)**	**Vs**	**Vel (km/h)**	**pt dx (%)**	**pt sx (%)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
R	0	25.00	25.00	0	0	0		40	-2.5	2.5
C	25.00	46.20	21.20	0	361.10	361.10	Sx	40	-2.5	2.5
AFE	46.20	47.96	1.76	25.25	361.10	0	Sx	40	0	0
AFU	47.96	53.06	5.10	25.25	0	125.00	Dx	40	0	0
C	53.06	70.59	17.53	0	125.00	125.00	Dx	40	-2.5	2.5
R	70.59	295.72	225.13	0	0	0		40	-2.5	2.5
C	295.72	322.86	27.14	0	64.74	64.74	Dx	40	-2.5	2.5
R	322.86	332.43	9.57	0	0	0		40	0	0
C	332.43	338.55	6.12	0	22.76	22.76	Sx	40	-2.5	2.5
C	338.55	359.38	20.83	0	22.28	22.28	Dx	40	-2.5	2.5

Tabella 8: Andamento planimetrico tracciato I

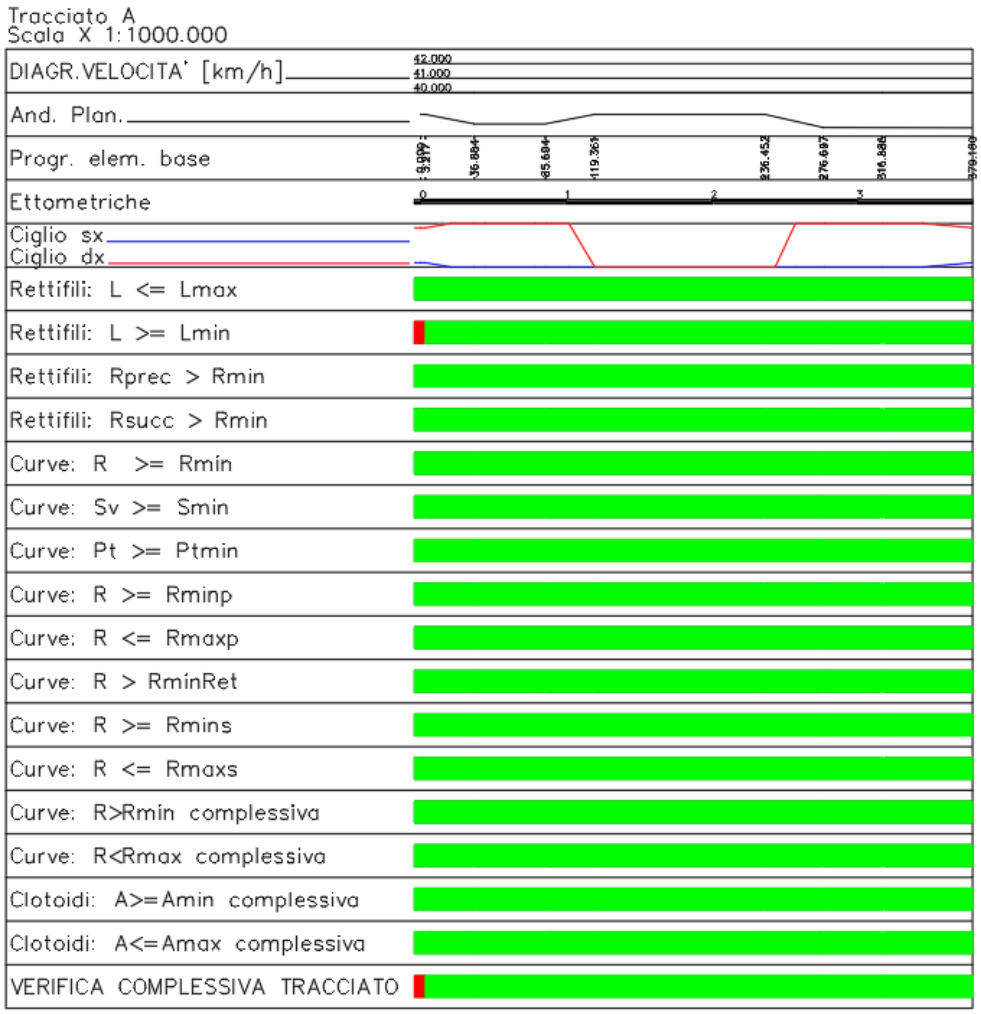
	Tracciato I									
Elem	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**Sviluppo (m)**	**A (m)**	**Raggio I (m)**	**Raggio F (m)**	**Vs**	**Vel (km/h)**	**pt dx (%)**	**pt sx (%)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
R	0	540.02	540.02	0	0	0		40	-2.5	2.5
C	540.02	560.06	20.04	0	101.17	101.17	Dx	40	-2.5	2.5
R	560.06	561.15	1.09	0	0	0		40	-2.5	2.5
C	561.15	576.45	15.30	0	59.20	59.20	Sx	40	-2.5	2.5
R	576.45	603.75	27.30	0	0	0		40	-2.5	2.5

Tabella 9: Andamento planimetrico tracciato L

	Tracciato L									
Elem	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**Sviluppo (m)**	**A (m)**	**Raggio I (m)**	**Raggio F (m)**	**Vs**	**Vel (km/h)**	**pt dx (%)**	**pt sx (%)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
R	0	82.93	82.93	0	0	0		40	-2.5	-2.5
AT	82.93	110.71	27.78	50.00	0	90.00	Dx	40	0	0
C	110.71	147.67	36.96	0	90.00	90.00	Dx	40	-2.5	2.5
AT	147.67	175.44	27.77	50.00	90.00	0	Dx	40	0	0
R	175.44	178.09	2.65	0	0	0		40	-2.5	-2.5

Di seguito vengono rappresentate le verifiche planimetriche dei tracciati del progetto. In tanti casi, il tracciato proposto non risulta conforme alla normativa vigente, in quanto riprende l'andamento del tracciato esistente, senza tenere conto delle specifiche prescrizioni e dei requisiti previsti dalle normative in materia di progettazione e sicurezza.

Tabella 10: Verifiche planimetriche tracciato A



Il tracciato A, nella sua porzione iniziale, non viene verificato. Tale condizione è attribuibile a vincoli derivanti dalla costruzione geometrica del tracciato. Il tracciato presenta un andamento effettivo in rettifilo, il quale soddisfa i requisiti della normativa stradale.

Tabella 11: Verifiche planimetriche tracciato B

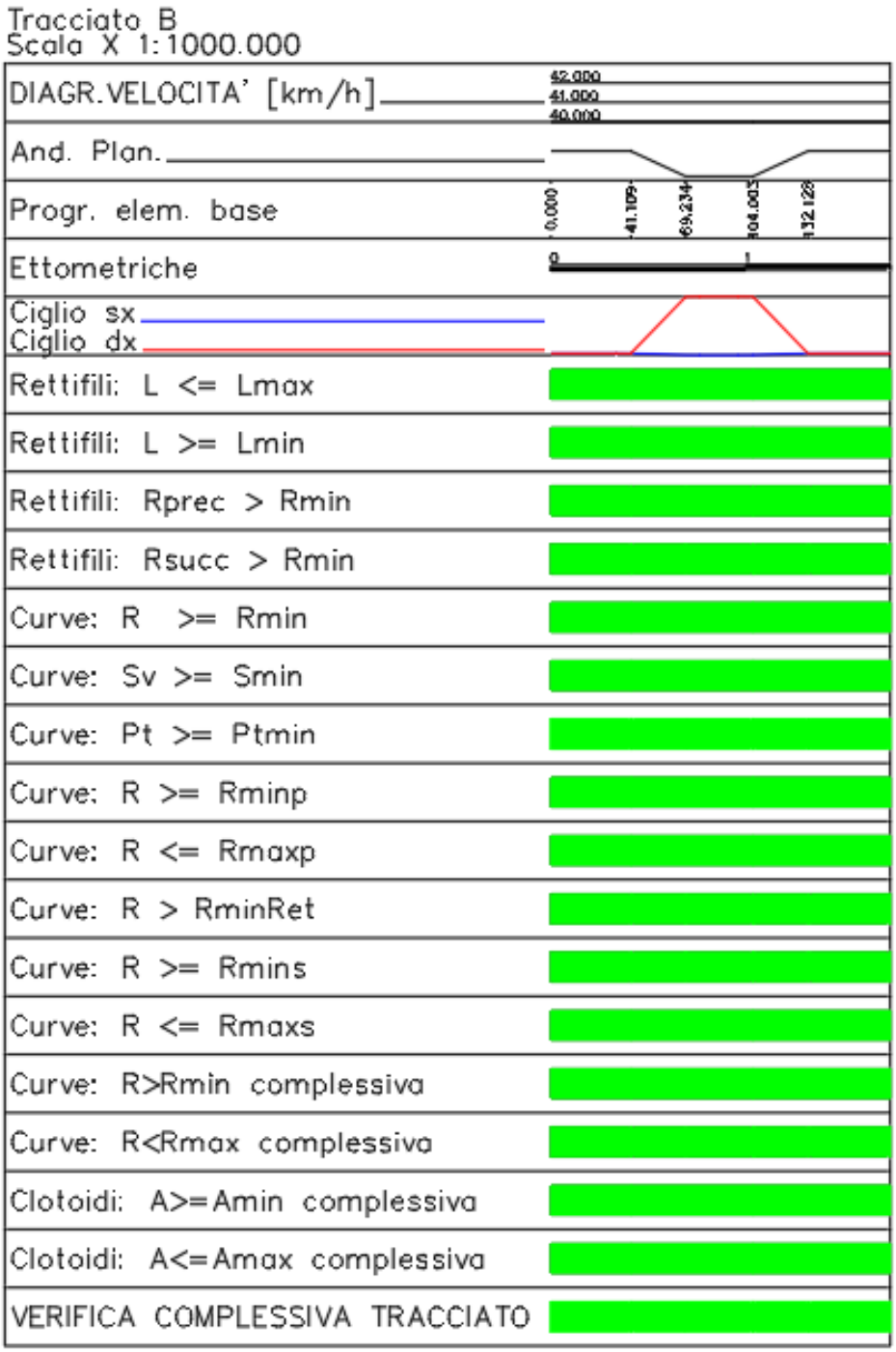
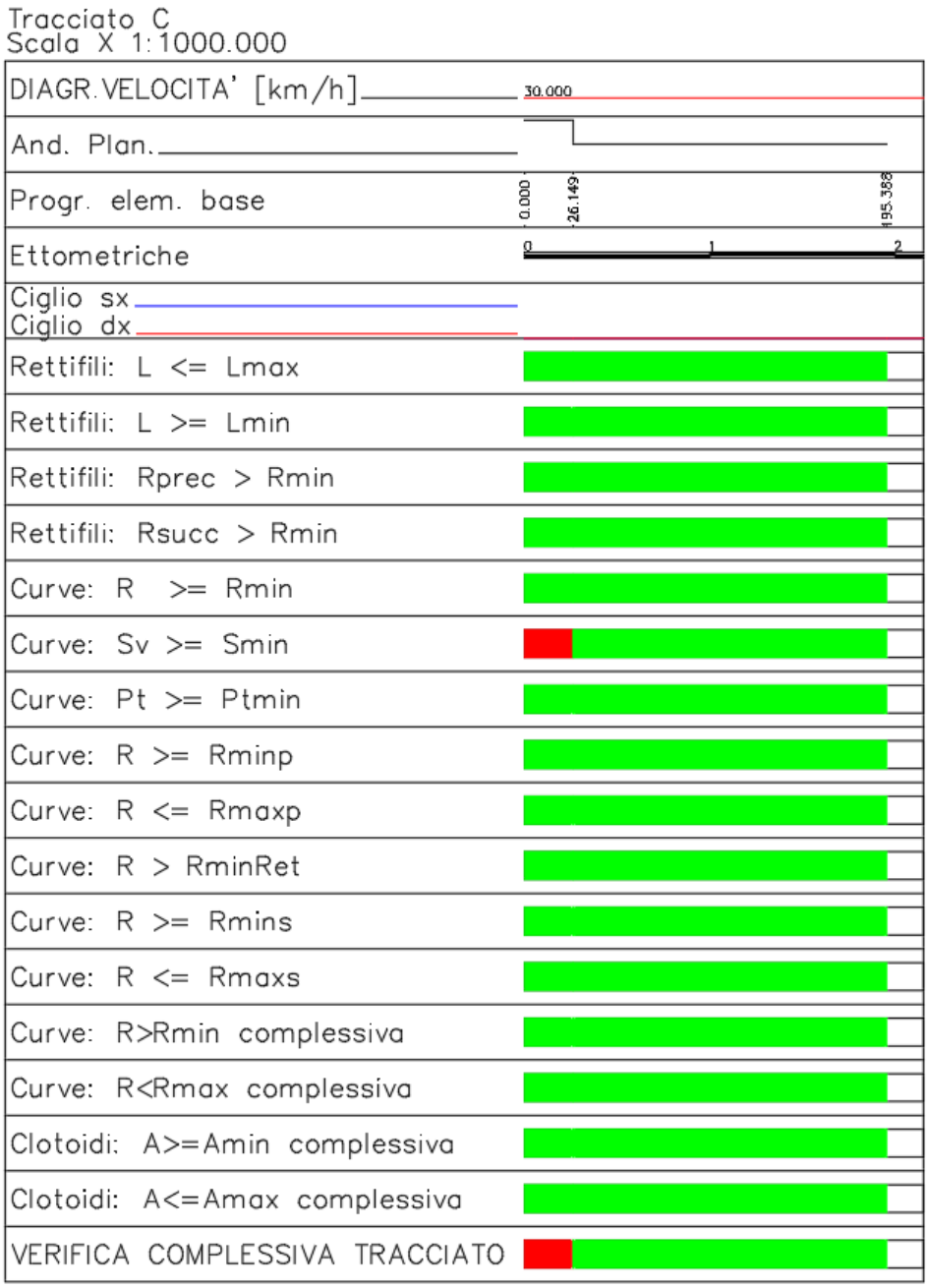


Tabella 12: Verifiche planimetriche tracciato C

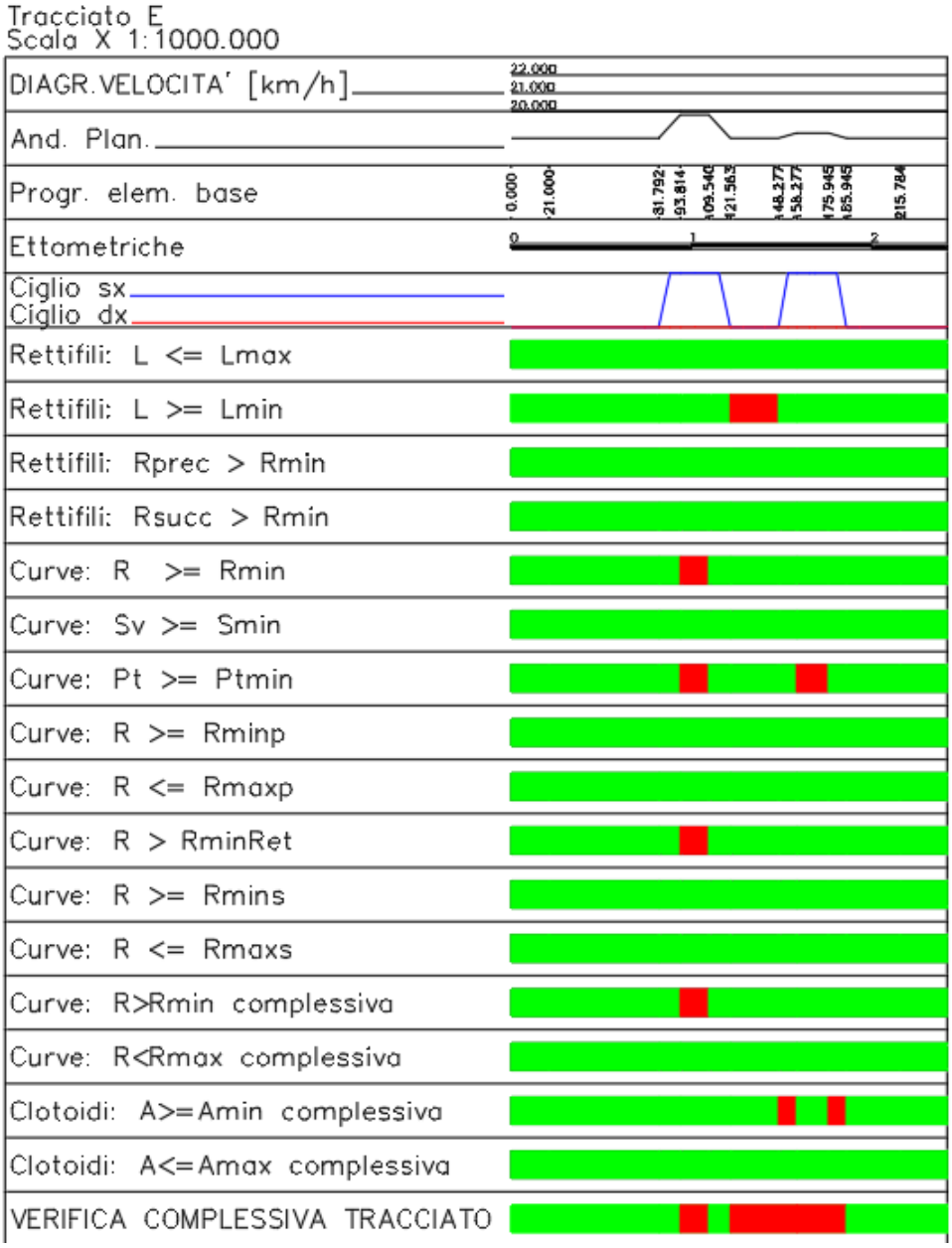


Il tracciato C, nella sua porzione iniziale, non viene verificato. Tale condizione è attribuibile a vincoli derivanti dalla costruzione geometrica del tracciato. Il tracciato presenta un andamento effettivo in rettifilo, il quale soddisfa i requisiti della normativa stradale.

Tabella 13: Verifiche planimetriche tracciato D

Il tracciato D presenta, lungo il suo sviluppo, tratti non conformi alla normativa stradale. Trattandosi di un rifacimento di una viabilità esistente all’interno dell’area aeroportuale, l’impossibilità di modificarne l’andamento ha comportato il mancato adeguamento completo agli standard normativi nella parte centrale del tracciato. Nella parte iniziale invece, Tale condizione è attribuibile a vincoli derivanti dalla costruzione geometrica del tracciato. Al fine di garantire la sicurezza degli utenti, si è ritenuto opportuno limitare la velocità di percorrenza dei mezzi a un minimo di 20 km/h, velocità inferiore al limite relativo alla categoria F1e locale extraurbana.

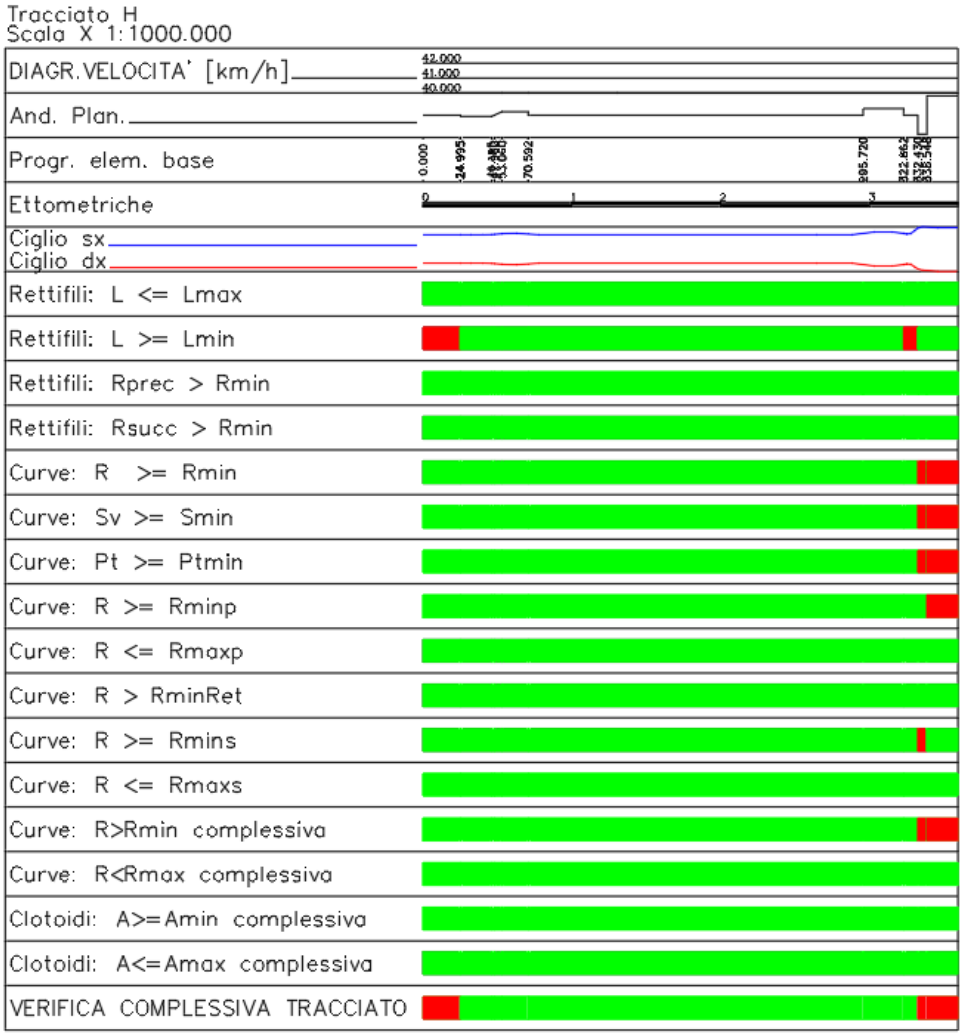
Tabella 14: Verifiche planimetriche tracciato E



Il tracciato E presenta, lungo il suo sviluppo, brevi tratti non conformi alla normativa stradale. Trattandosi di un rifacimento e allargamento di una viabilità esistente all'interno dell'area aeroportuale, l'impossibilità di modificarne l'andamento ha comportato il mancato adeguamento completo agli standard normativi. Al fine di garantire la sicurezza degli utenti, si è ritenuto opportuno

limitare la velocità di percorrenza dei mezzi a un minimo di 20 km/h, velocità inferiore al limite relativo alla categoria F1e locale extraurbana.

Tabella 15: Verifiche planimetriche tracciato H

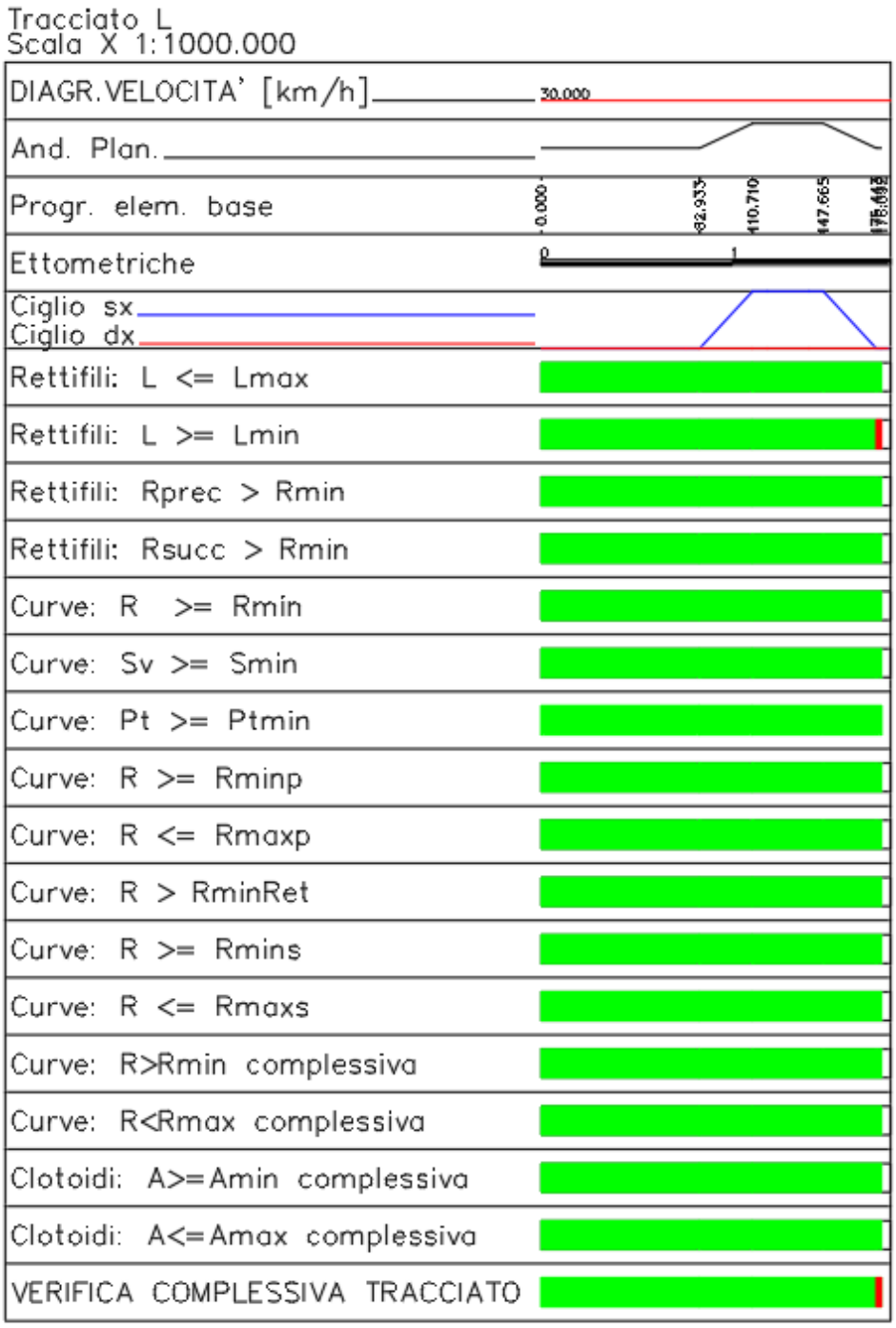


Il tracciato H, nella sue porzioni terminali, non viene verificato. Tale condizione è attribuibile a vincoli derivanti dalla costruzione geometrica del tracciato. Il tracciato presenta un andamento effettivo in rettifilo, il quale soddisfa i requisiti della normativa stradale.

Tabella 16: Verifiche planimetriche tracciato I

Il tracciato I, nella sua porzione finale, non viene verificato. Tale condizione è attribuibile a vincoli derivanti dalla costruzione geometrica del tracciato. Il tracciato presenta un andamento effettivo in rettifilo, il quale soddisfa i requisiti della normativa stradale.

Tabella 17: Verifiche planimetriche tracciato L



Il tracciato L, nella sua porzione finale in rettifilo, presenta una non conformità alla normativa stradale. Tale condizione è attribuibile a vincoli derivanti dal raccordo geometrico del tracciato L con il tracciato I.

Di seguito sono riportati in forma tabellare i parametri geometrici dell'intersezione a rotatoria.

Tabella 18:Verifiche planimetriche Rotatoria 1

Rotatoria		Angolo di deviazione		Raggi di entrata		Raggi di uscita	
Diametro esterno [m]	**Ramo**	**Manovra di attraversamento**	**Angolo di deviazione β [°]**	**Re1 [m]**	**Re2 [m]**	**Ra1 [m]**	**Ra2 [m]**
42	A	Ramo A-B	57	15	76.5	30	150
	B	Ramo B-A	52	15	76.5	20	100

Tabella 19:Verifiche planimetriche Rotatoria 2

Rotatoria		Angolo di deviazione		Raggi di entrata		Raggi di uscita	
Diametro esterno [m]	**Ramo**	**Manovra di attraversamento**	**Angolo di deviazione β [°]**	**Re1 [m]**	**Re2 [m]**	**Ra1 [m]**	**Ra2 [m]**
37	A	Ramo A-ENAC	57	15	100	20	100
	Via G.G	Via G.G.-A	76	15	100	20	100

Tabella 20:Verifiche planimetriche Rotatoria 3

Rotatoria		Angolo di deviazione		Raggi di entrata		Raggi di uscita	
Diametro esterno [m]	**Ramo**	**Manovra di attraversamento**	**Angolo di deviazione β [°]**	**Re1 [m]**	**Re2 [m]**	**Ra1 [m]**	**Ra2 [m]**
52	D	Ramo D-I	62	15	100	15	100
	E	Ramo E-Partenze	46	15	100	15	100

Nelle tabelle a seguire vengono sintetizzate le caratteristiche altimetriche dei tracciati stradali. Nella colonna (1) viene riportato il numero del raccordo altimetrico, mentre nelle successive colonne vengono indicate le seguenti informazioni:

- progressiva del vertice altimetrico (2);

- raggio verticale (3);

- progressiva iniziale (4) e finale (5) del raccordo altimetrico;

- sviluppo del raccordo (6);

- variazione di pendenza (7);

- velocità di progetto desunta dal diagramma delle velocità (8).

- Raggio minimo (9).

Tabella 21: Verifiche altimetriche tracciato A

Tracciato A								
N	**Pk. Vertice (m)**	**Rv (m)**	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**L (m)**	**Δi (%)**	**Vp(km/h)**	**Rmin(m)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	287.25	1000.00	282.02	292.48	10.46	-1.04	40.0	205.76
2	309.25	1000.00	303.90	314.60	10.70	-1.07	40	205.76

Tabella 22: Verifiche altimetriche tracciato B

Tracciato B								
N	**Pk. Vertice (m)**	**Rv (m)**	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**L (m)**	**Δi (%)**	**Vp(km/h)**	**Rmin(m)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	106.00	2000.00	94.61	117.39	22.77	-1.14	40.0	205.76

Tabella 23: Verifiche altimetriche tracciato C

Tracciato C								
N	**Pk. Vertice (m)**	**Rv (m)**	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**L (m)**	**Δi (%)**	**Vp(km/h)**	**Rmin(m)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	20.63	1600.00	8.98	32.28	23.30	1.46	40.0	205.76
2	194.28	330.00	191.79	196.77	4.98	1.51	40.0	205.76

Tabella 24: Verifiche altimetriche tracciato D

Tracciato D								
N	**Pk. Vertice (m)**	**Rv (m)**	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**L (m)**	**Δi (%)**	**Vp(km/h)**	**Rmin(m)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	353.22	2000.00	350.20	356.24	6.04	0.30	20.00	51.44
2	373.22	2000.00	371.90	374.54	2.64	0.13	20.00	51.44
3	445.22	2000.00	443.44	447.00	3.56	0.18	20.00	51.44
	606.00	850.00	594.66	617.35	22.69	2.67	20.00	51.44

Tabella 25: Verifiche altimetriche tracciato E

Tracciato E								
N	**Pk. Vertice (m)**	**Rv (m)**	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**L (m)**	**Δi (%)**	**Vp(km/h)**	**Rmin(m)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	20.92	970.13	10.92	30.92	20.00	2.06	20.0	51.44
2	215.78	1031.77	205.78	225.78	20.00	1.94	20.0	51.44

Tabella 26: Verifiche altimetriche tracciato H

Tracciato H								
N	**Pk. Vertice (m)**	**Rv (m)**	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**L (m)**	**∆i (%)**	**Vp(km/h)**	**Rmin(m)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	19.08	1,400.00	5.67	32.48	26.81	1.92	40.0	205.76
2	63.00	1,400.00	56.37	69.64	13.27	0.95	40.0	205.76
3	110.95	1,400.00	106.31	115.60	9.29	-0.66	40.0	205.76
4	200.00	1,400.00	197.11	202.90	5.79	0.41	40.0	205.76
5	271.88	1,400.00	265.63	278.13	12.50	-0.89	40.0	205.76
6	333.82	1,400.00	317.86	349.79	31.93	2.28	40.0	205.76

Tabella 27: Verifiche altimetriche tracciato I

Tracciato I								
N	**Pk. Vertice (m)**	**Rv (m)**	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**L (m)**	**∆i (%)**	**Vp(km/h)**	**Rmin(m)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	70.10	2000.00	52.81	87.40	34.59	1.73	40.0	205.76
2	220.89	2000.00	187.56	254.22	66.66	-3.33	40.0	205.76
3	380.76	2000.00	359.57	401.95	42.378	2.12	40.0	205.76
4	500.00	2000.00	490.16	509.84	19.68	-0.98	40.0	205.76

Tabella 28: Verifiche altimetriche tracciato L

Tracciato I								
N	**Pk. Vertice (m)**	**Rv (m)**	**Prog I (m)**	**Prog F (m)**	**L (m)**	**∆i (%)**	**Vp(km/h)**	**Rmin(m)**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	35.50	2,428.88	30.50	40.50	10.00	-0.42	30.0	115.74
2	52.00	860.82	47.00	57.00	10.00	-1.16	30.0	115.74
3	71.00	789.53	66.00	76.00	10.00	-1.27	30.0	115.74
4	115.00	515.89	110.00	120.00	10.00	1.94	30.0	115.74
5	154.00	600.90	149.00	159.00	10.00	1.66	30.0	115.74

L'esistenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione.

Per distanza di visibilità libera si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Per quanto riguarda le distanze di visuale libera per l'arresto, è stata condotta una verifica confrontando la distanza di visuale libera disponibile (Dva) con la distanza di visibilità richiesta per l'arresto (Da).

La distanza di visuale libera disponibile Dva è la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada. Nella valutazione della visuale libera disponibile, la posizione del conducente è stata considerata al centro della corsia impegnata, con l'altezza dell'occhio a 1,10 m dal piano viabile.

La distanza di visibilità richiesta per l'arresto Da è la distanza pari allo spazio minimo necessario affinché un conducente possa arrestare il veicolo, in condizioni di sicurezza, davanti ad un ostacolo imprevisto. Tale distanza, dipendente dalla velocità e dalla pendenza longitudinale (paragrafo 5.1.2 del D.M. 5/11/2001), è stata valutata ipotizzando un ostacolo a 0,10 m dal piano viabile e lungo l'asse della corsia occupata dal conducente.

Il software utilizzato per suddetta verifica ha permesso di calcolare e di rappresentare in un diagramma le distanze di visuale libera e di visibilità previste dalla normativa, effettuando cautelativamente un'analisi della visibilità tridimensionale (analisi plano-altimetrica). A tal proposito si evidenzia che gli ostacoli sono stati simulati mediante "muri verticali di altezza indefinita" i cui paramenti interni risultano essere coincidenti con i limiti esterni delle banchine.

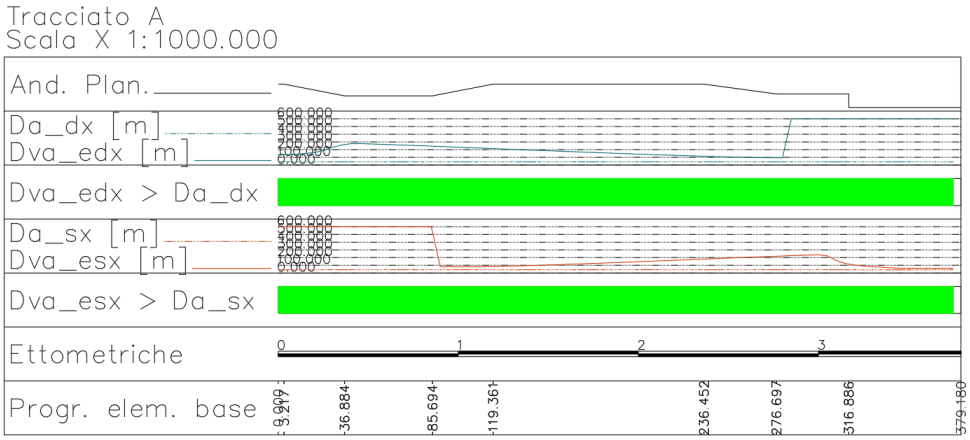


Figura 14: Verifiche di visibilità tracciato A

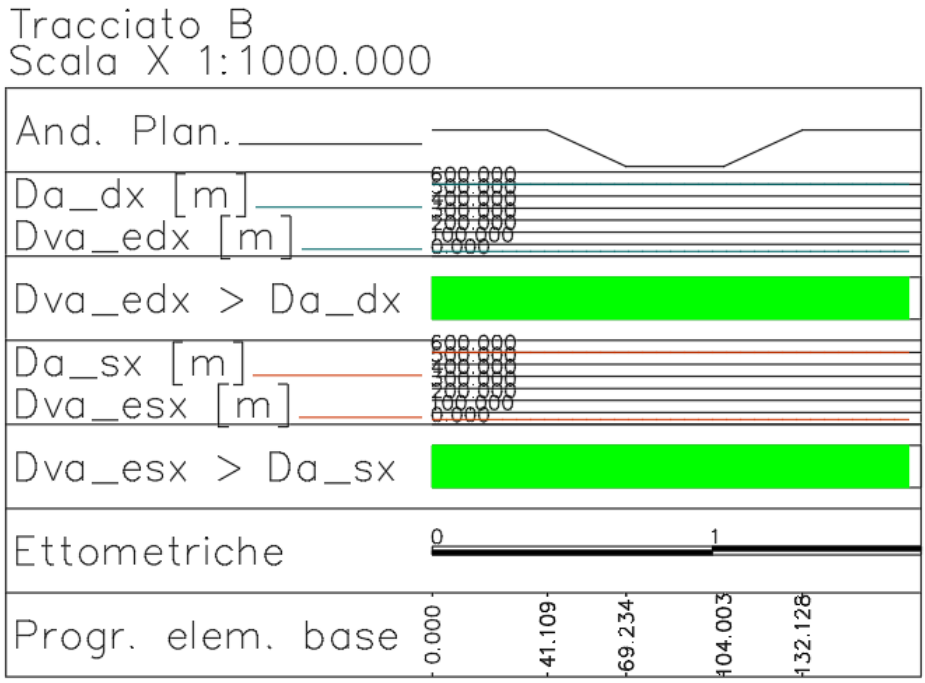


Figura 15: Verifiche di visibilità tracciato B

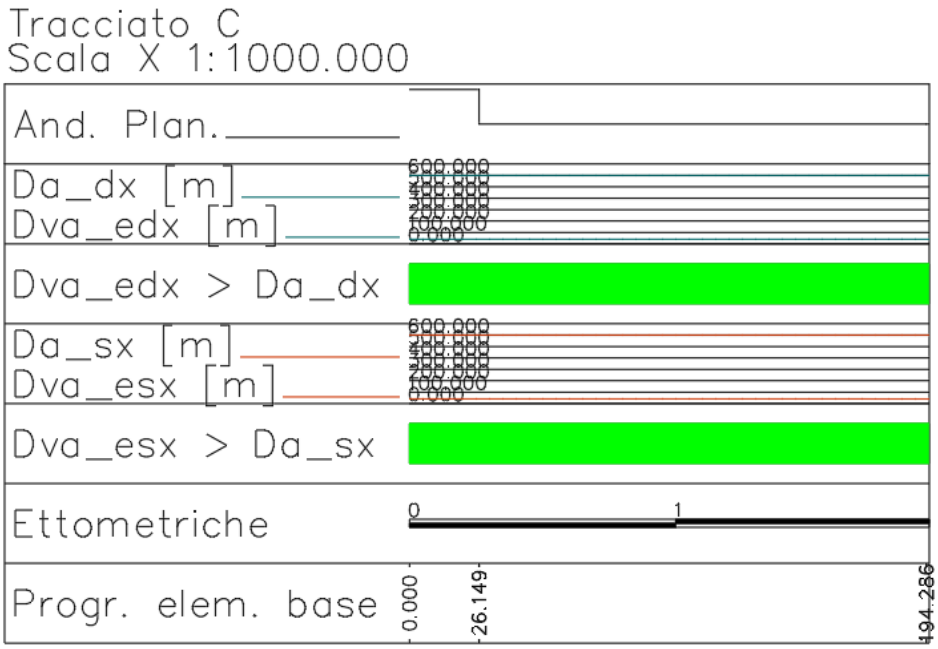


Figura 16: Verifiche di visibilità tracciato C

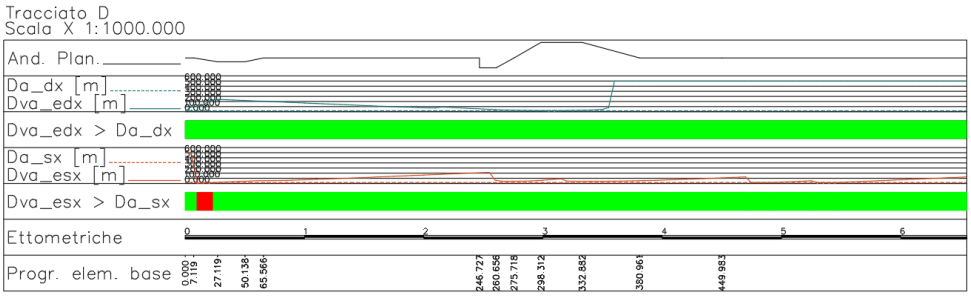


Figura 17: Verifiche di visibilità tracciato D

Il tracciato D, nella sua porzione iniziale, non "garantisce" la visibilità all'arresto. Tale condizione è attribuibile a vincoli derivanti dalla costruzione geometrica del tracciato. L'intervallo critico risulta localizzato, in planimetria, all'interno della rotatoria R3 e lungo il relativo ramo di uscita. Pertanto,la verifica della visibilità viene effettuata secondo i criteri specifici previsti per le rotatorie.

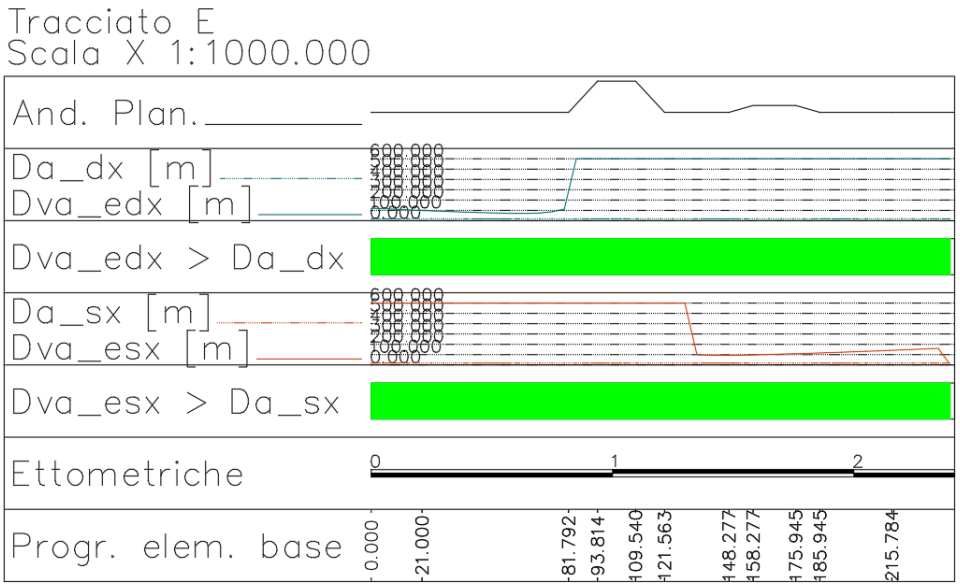


Figura 18: Verifiche di visibilità tracciato E

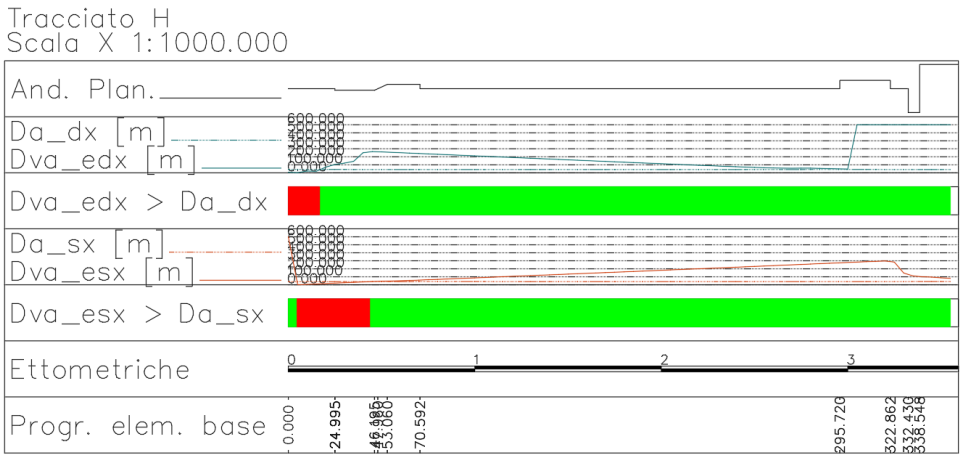


Figura 19: Verifiche di visibilità tracciato H

Il tracciato H, nella sua porzione iniziale, non "garantisce" la visibilità all'arresto. Tale condizione è attribuibile a vincoli derivanti dalla costruzione geometrica del tracciato. L'intervallo critico risulta localizzato, in planimetria, all'interno della rotatoria R3 e lungo il relativo ramo di uscita. Pertanto,la verifica della visibilità viene effettuata secondo i criteri specifici previsti per le rotatorie.

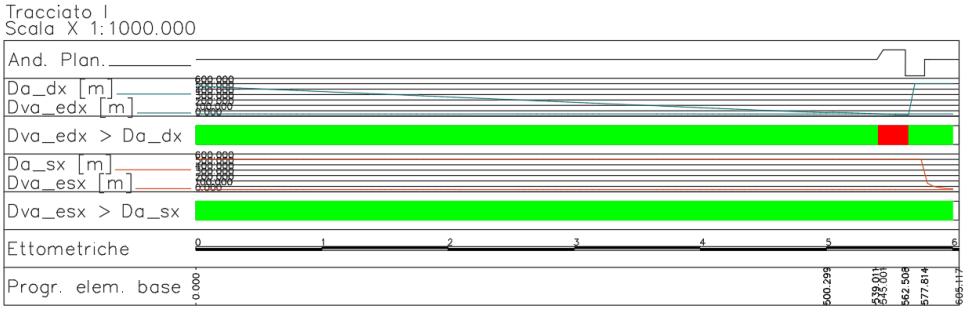


Figura 20: Verifiche di visibilità tracciato I

Il tracciato H, nella sua porzione finale, non "garantisce" la visibilità all'arresto. Tale condizione è attribuibile a vincoli derivanti dalla costruzione geometrica del tracciato. L'intervallo critico risulta localizzato, in planimetria, all'interno della rotatoria R3 e lungo il relativo ramo di uscita. Pertanto,la verifica della visibilità viene effettuata secondo i criteri specifici previsti per le rotatorie.

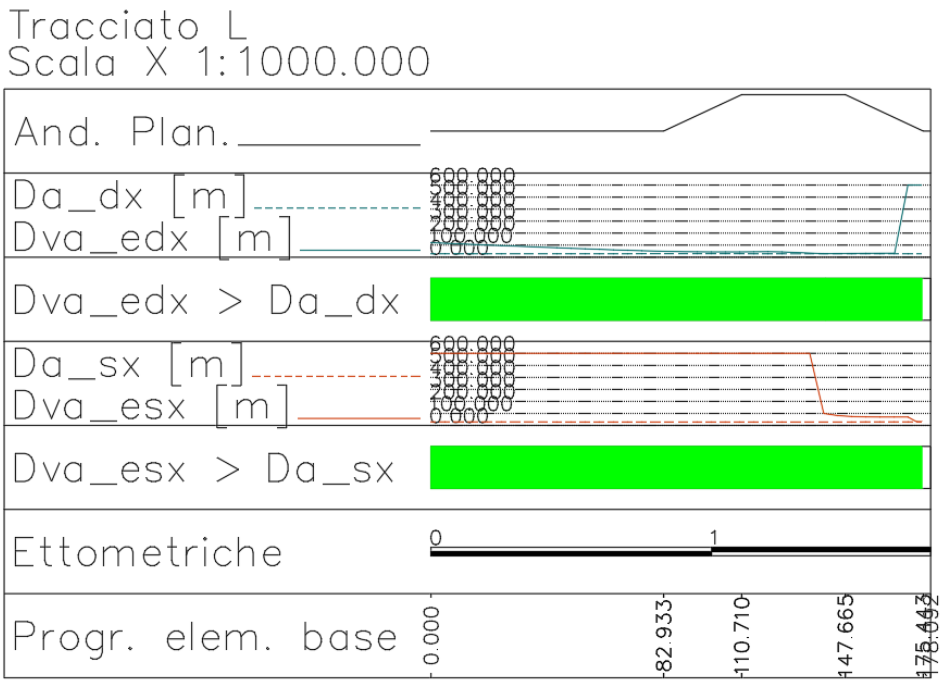


Figura 21: Verifiche di visibilità tracciato L

Negli incroci a rotatoria, i conducenti che si approssimano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi; sarà sufficiente una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata in figura, posizionando l'osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio.

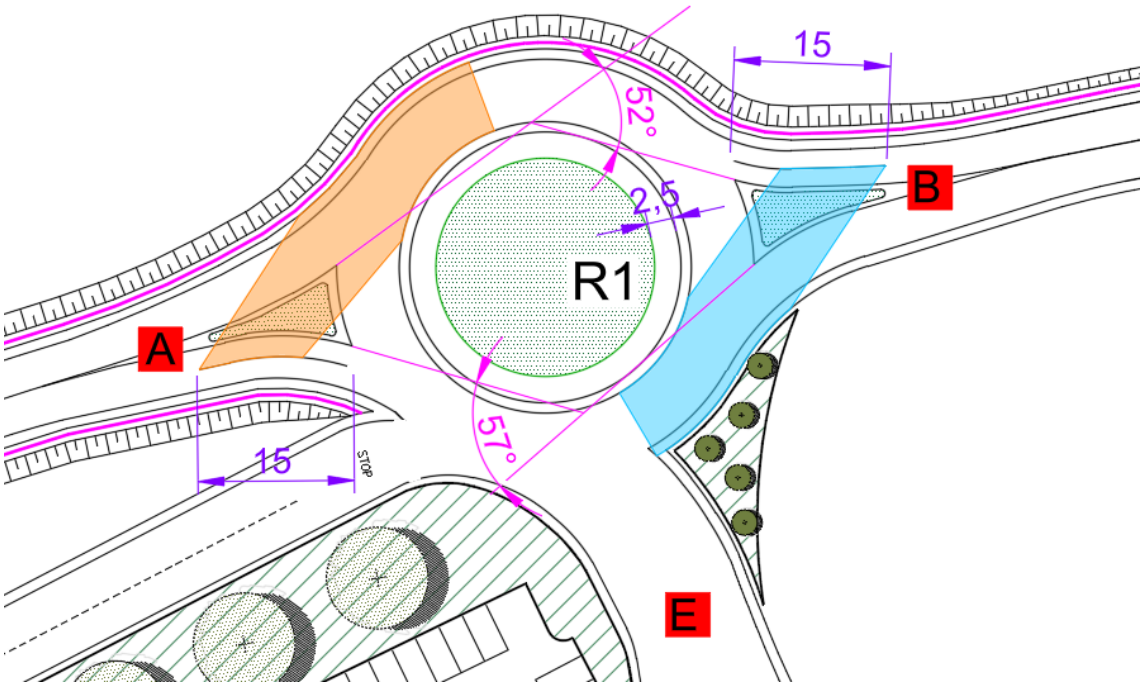


Figura 22:Verifiche visibilità rotatoria 1

Affinché la verifica risulti soddisfatta occorre un arretramento degli ostacoli nell'isola centrale della rotatoria di distanza pari a circa 2.50 m, valutata a partire dal ciglio interno dell'anello giratorio.

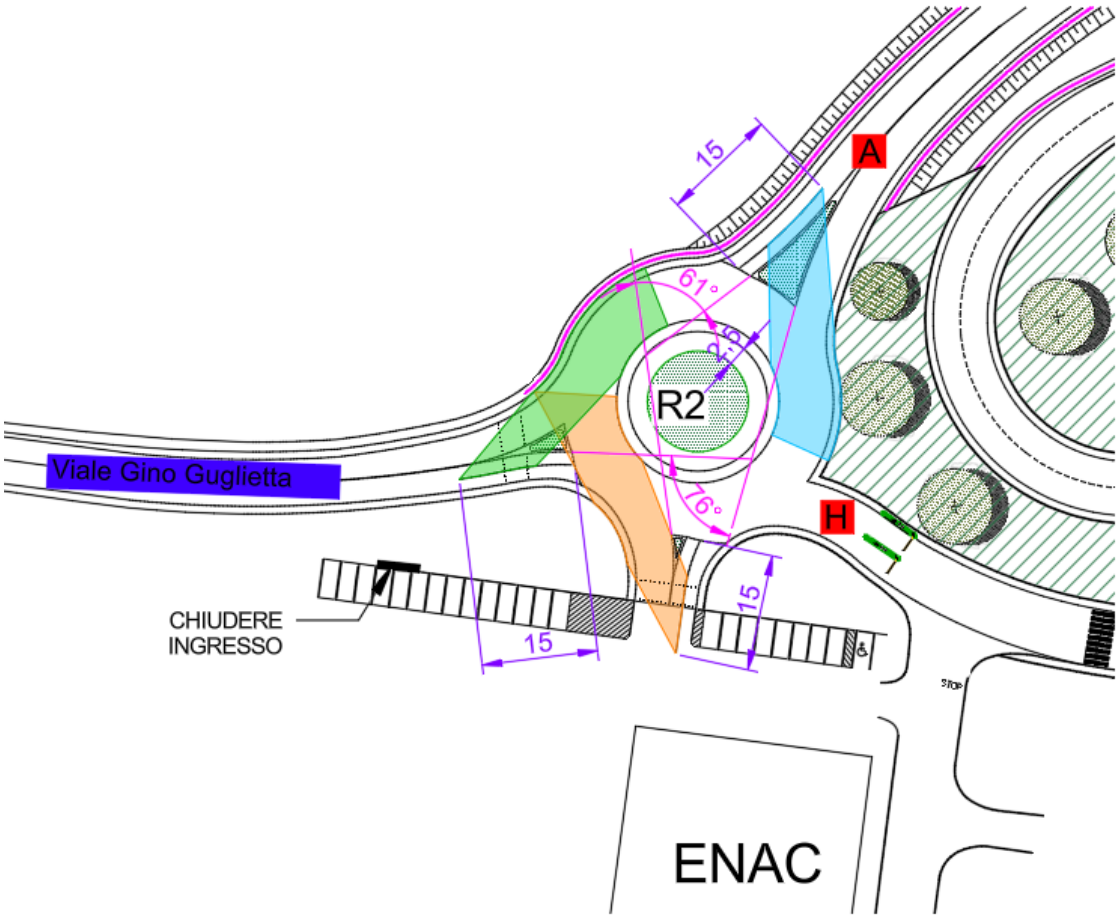


Figura 23:Verifiche visibilità rotatoria 2

Affinché la verifica risulti soddisfatta occorre un arretramento degli ostacoli nell'isola centrale della rotatoria di distanza pari a circa 2.50 m, valutata a partire dal ciglio interno dell'anello giratorio.

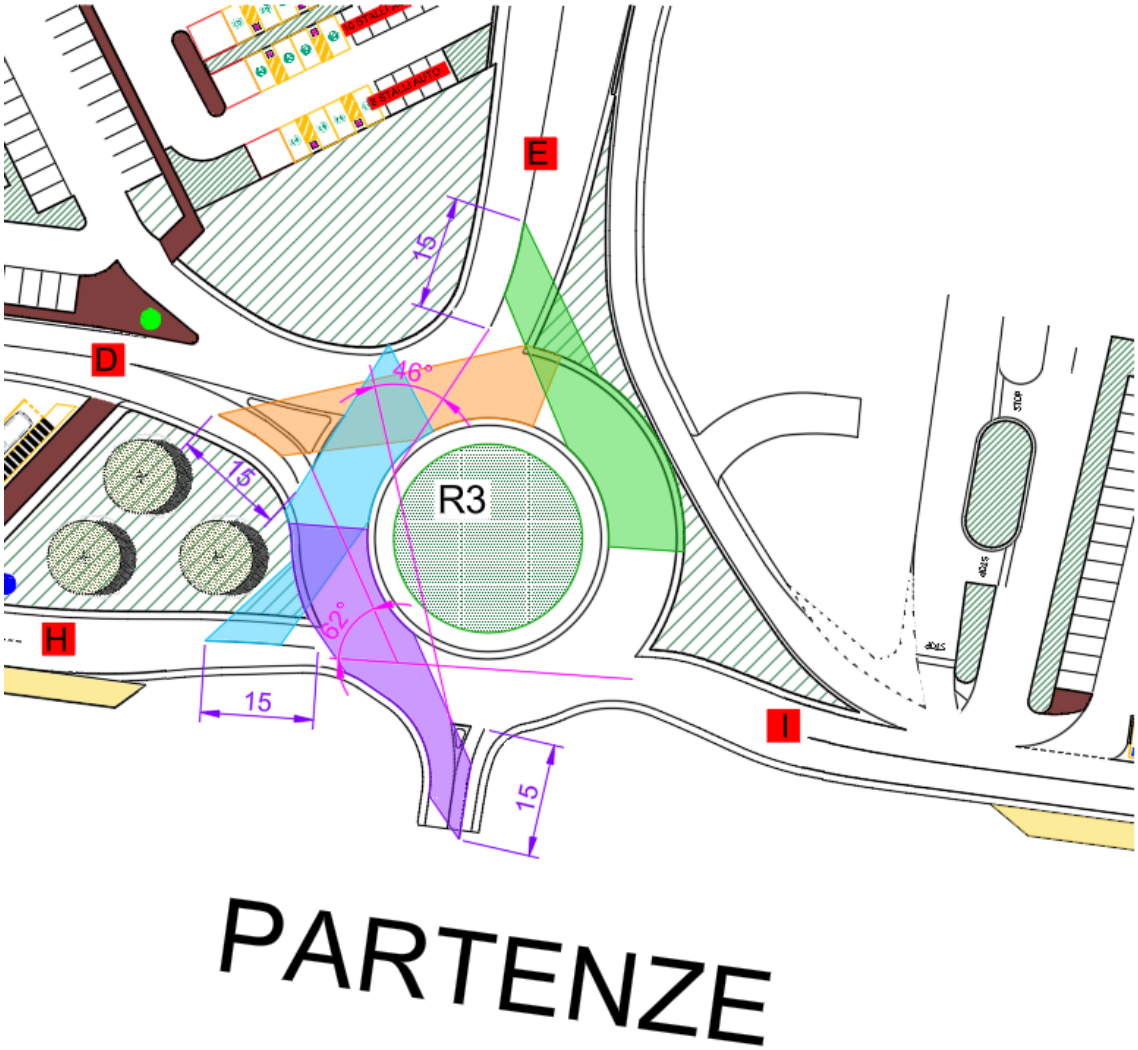


Figura 24:Verifiche visibilità rotatoria 3

Affinché la verifica risulti soddisfatta occorre un arretramento degli ostacoli nell'isola centrale della rotatoria di distanza pari a circa 2.50 m, valutata a partire dal ciglio interno dell'anello giratorio.

Secondo la normativa DM 5/11/2001, le velocità massime e minime corrispondenti ad una strada di categoria F sono 40 km/h e 100 km/h corrispondentemente. Il limite superiore dell'intervallo (Vp,max) è la velocità di riferimento per la progettazione degli elementi meno vincolanti (rettifili e curve di ampio raggio). Il limite inferiore dell'intervallo (Vp,min) è la velocità di riferimento per la progettazione degli elementi plano-altimetrici più vincolanti (curve di piccolo raggio).

In questo progetto, ad eccezione della bretella esterna, per la quale è stata stabilita una velocità costante di 40 km/h, le restanti strade interne del parcheggio sono soggette a limiti di velocità compresi tra 20 e 30 km/h, in conformità con le normative di sicurezza e per garantire una gestione

ottimale del traffico all'interno dell'area. I diagrammi di velocità, considerando anche le intersezioni a rotatoria per ogni tratto, vengono riportati nelle figure sottostanti.

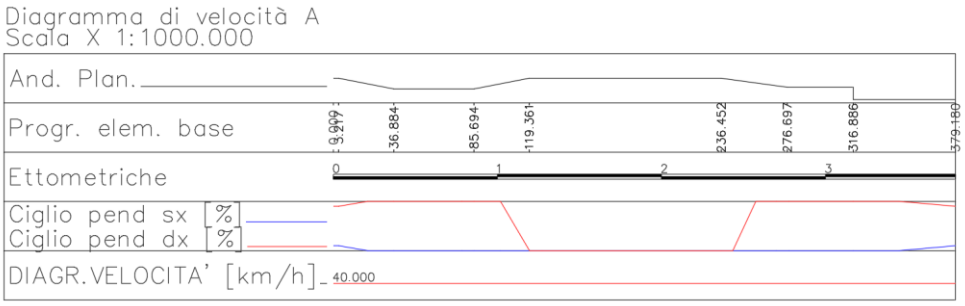


Figura 25: Diagramma di velocità A

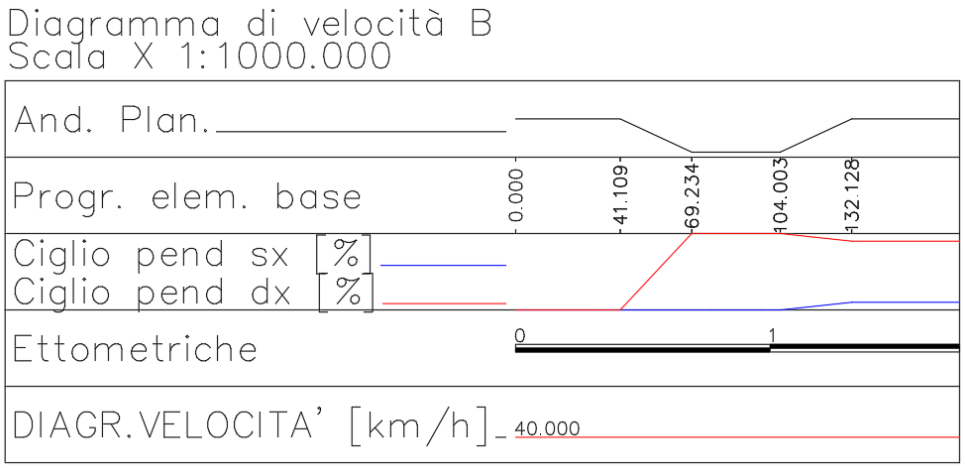


Figura 26: Diagramma di velocità B

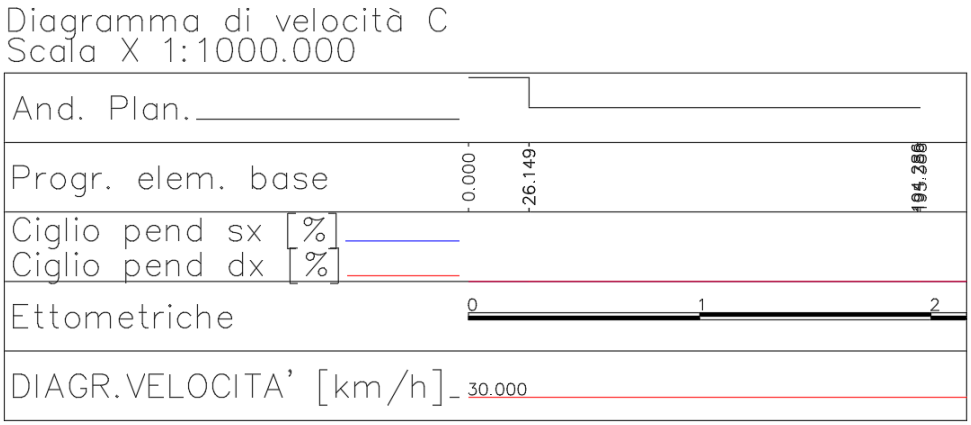


Figura 27: Diagramma di velocità C

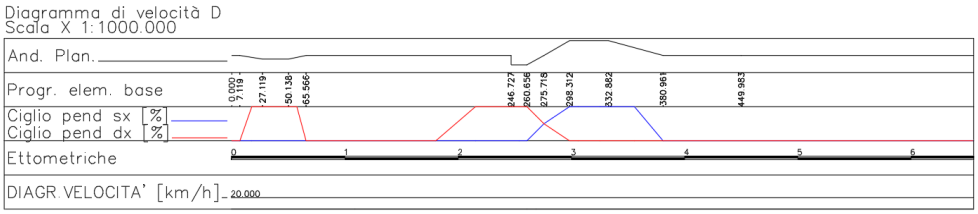


Figura 28: Diagramma di velocità D

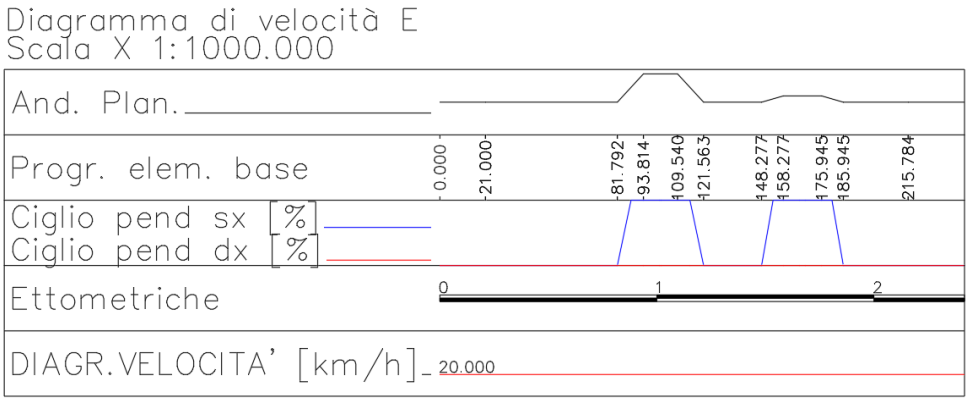


Figura 29: Diagramma di velocità E

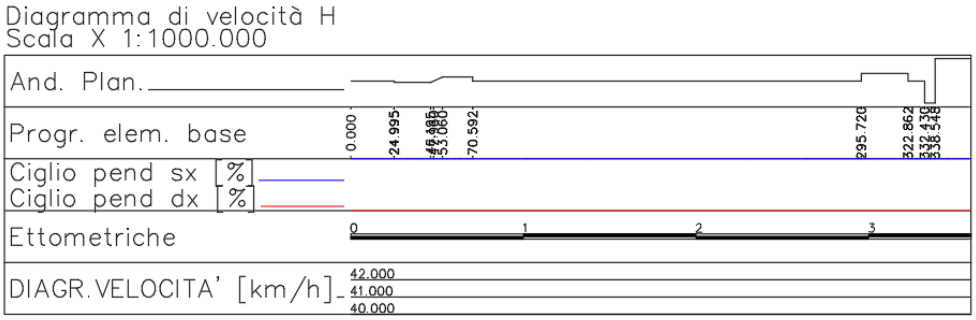


Figura 30: Diagramma di velocità H

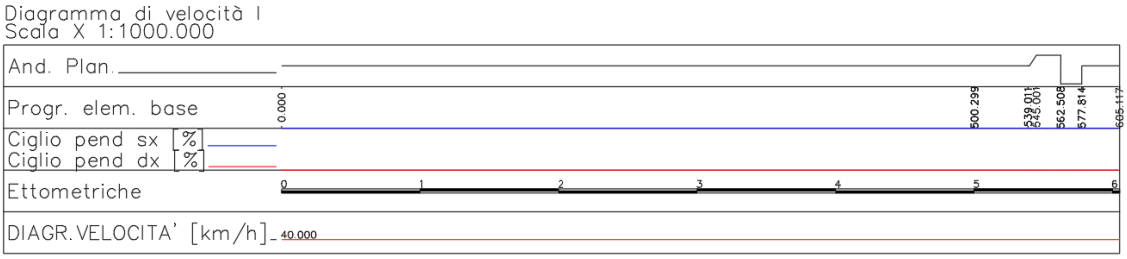


Figura 31: Diagramma di velocità I

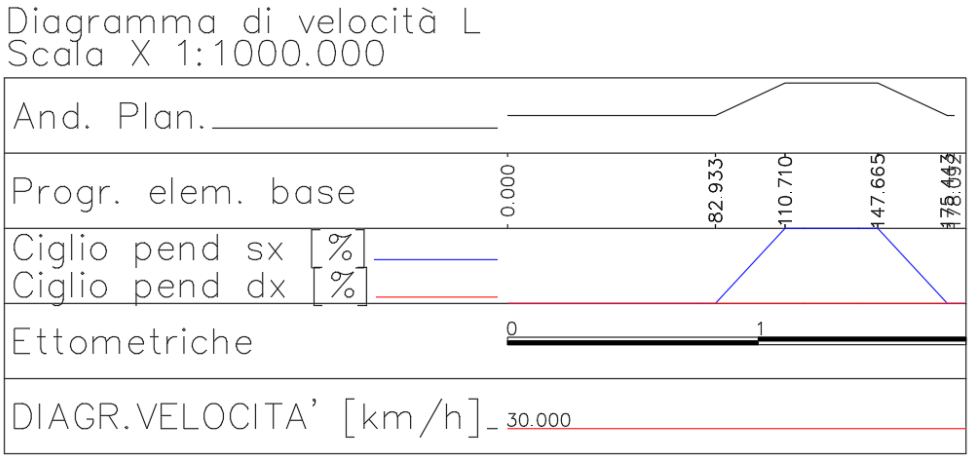


Figura 32: Diagramma di velocità L

3.4 Nota Rotatoria uscita Viale Rodolfo Imbrogno

La capacità massima calcolata per la rotatoria esistente, non oggetto di intervento, situata in corrispondenza dell'uscita est di Viale R. Imbrogno, risulta essere pari a 1017 veicoli equivlenti all'ora.

Se si confronta tale dato con le previsioni di traffico illustrate nel Masterplan è possibile osservare che la capacità prevista per detta rotatoria appare tale da soddisfare il fabbisogno di flusso veicolare stimabile a partire dalle previsioni di affluenza di passeggeri.

Considerando infatti nell'ora di punta un'affluenza di 1516 passeggeri, stimando in assenza di più precisi monitoraggi sugli effettivi flussi veicolari un numero di veicoli pari a 1 ogni 2 passeggeri, risulterebbe un numero di veicoli pari 1516/2, numero compatibile con la capacità stimata della rotatoria.

3.5 SEZIONI STRADALI TIPOLOGICHE

Il progetto del nuovo tracciato prevede una sezione tipo **F1** LOCALE EXTRAURBANO (DM 05/11/2001) per i vari tratti.
Le sezioni di tipo **F1e** presentano carreggiata a doppio senso di circolazione con due corsie per senso di marcia. La piattaforma presenta una larghezza di 9.00 m, composta da corsie da 3.50 m, banchine esterne in destra da 1.00 m e banchine esterne in sinistra da 1.00 m.

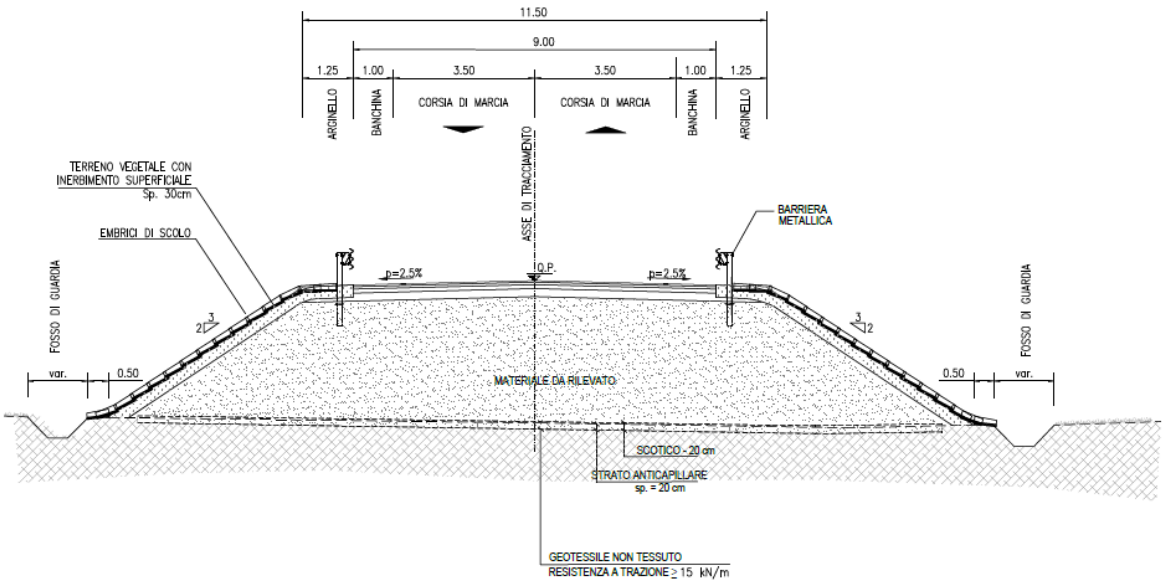


Figura 33: Sezione tipologica per strada di cat. F1 tratto A (DM 05/11/2001)

Dal momento che il progetto in oggetto riguarda un contesto aeroportuale, la tipologia di strada prevista da normativa è stata modificata in funzione delle esigenze puntuali dei vari accessi. La pendenza trasversale del tracciato risulta pari al 2.5% per i tratti in rettifilo, al 7% in curva e alcuni tratti di collegamento all'esistente risultano avere un'unica pendenza variabile.

Di seguito si riportano le diverse tipologie di sezioni adottate per i vari tratti di progetto.

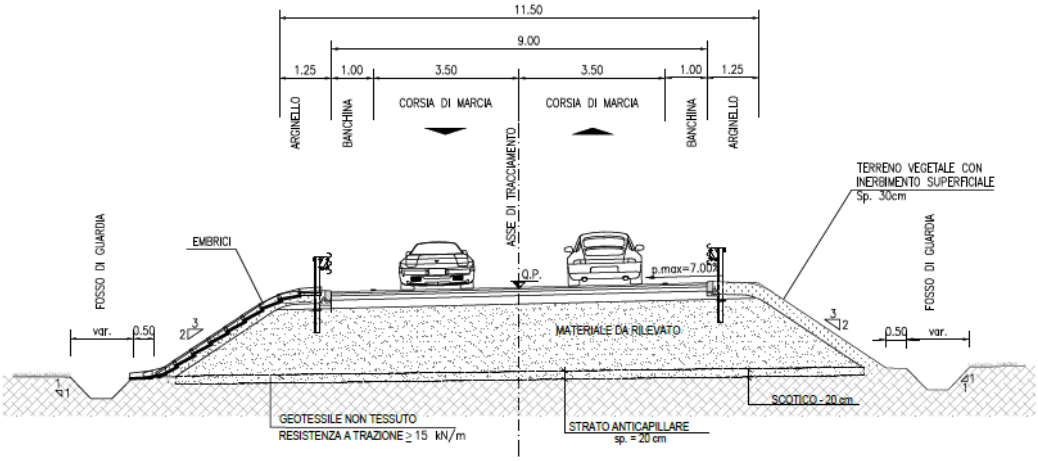


Figura 34: Sezione tipologica per strada di cat. F1 tratto A e B (DM 05/11/2001)

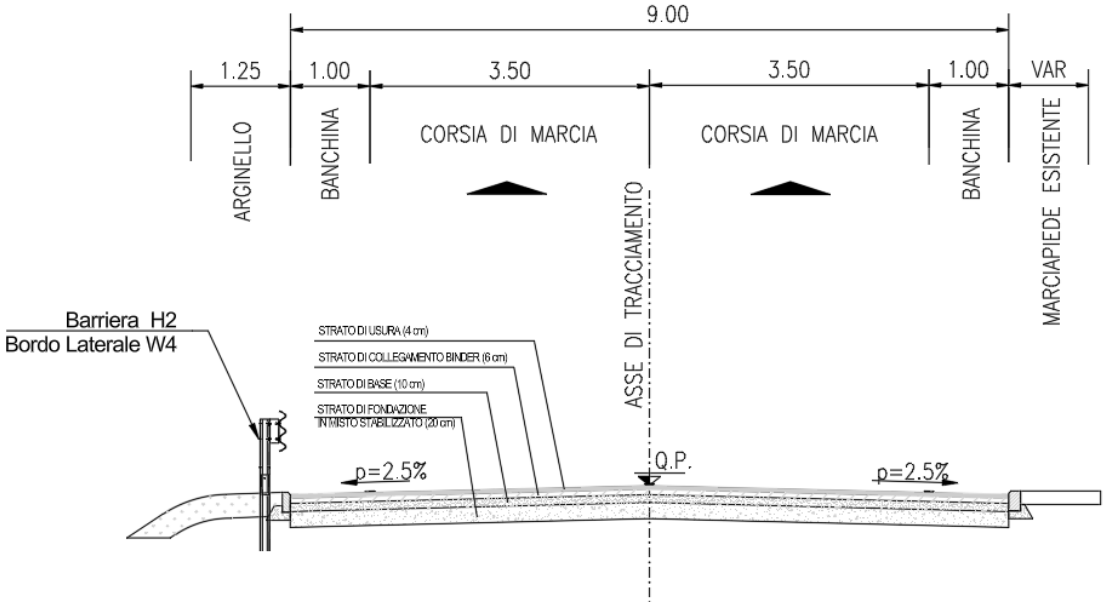


Figura 35: Sezione tipologica per strada di cat. F1 tratto C (DM 05/11/2001)

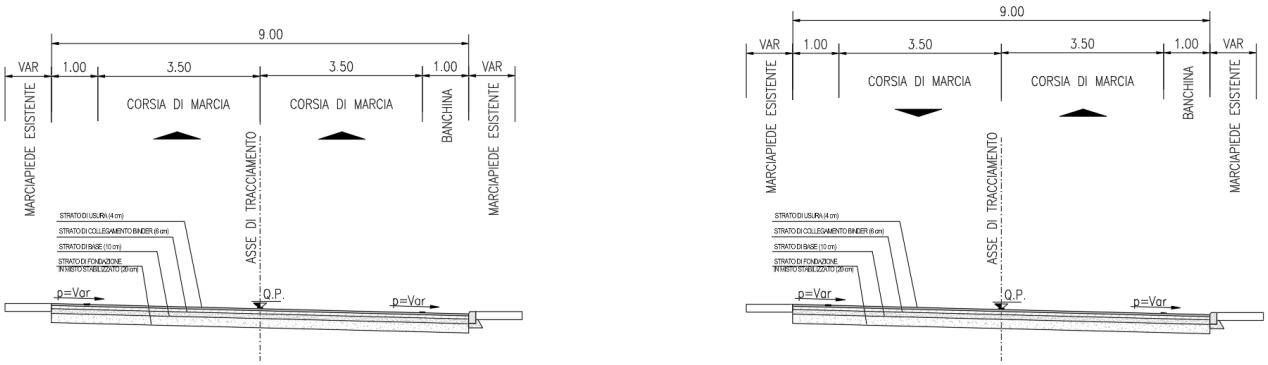


Figura 36: Sezione tipologica per strada di cat. F1 tratto D (DM 05/11/2001)

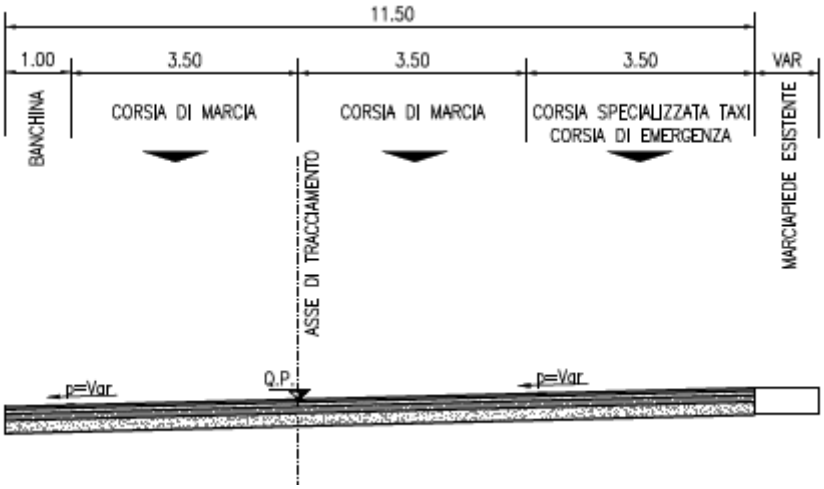


Figura 37: Sezione tipologica per strada di cat. F1 tratto I e H con corsia dedicata ai taxi(DM 05/11/2001)

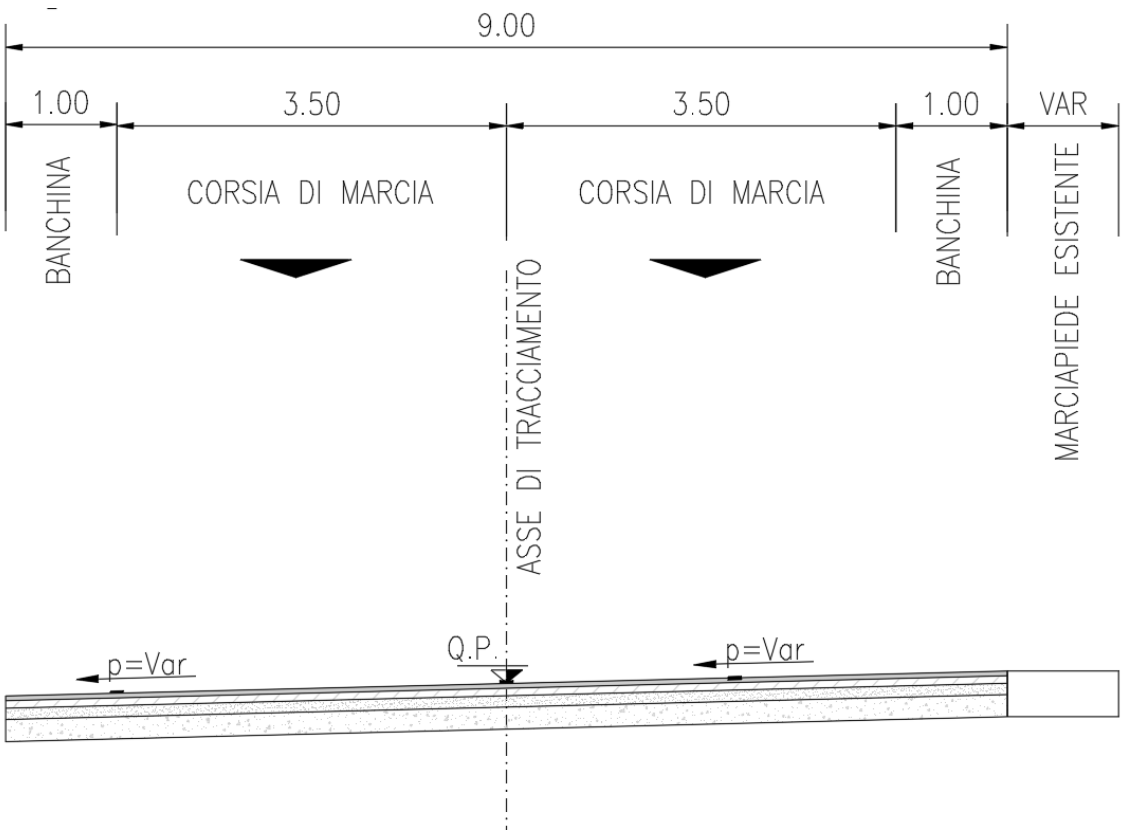


Figura 38: Sezione tipologica per strada di cat. F1 tratto I (DM 05/11/2001)

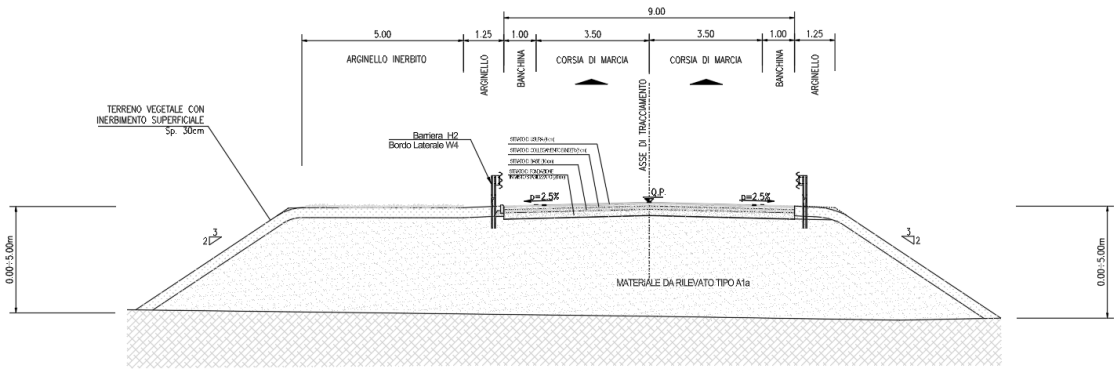


Figura 39: Sezione tipologica per strada di cat. F1 tratto L (DM 05/11/2001)

Il nuovo viale di ingresso, collocato in corrispondenza dell'attuale Via Fratelli Wright, presenta una sezione tipologica a 6 corsie per un senso di marcia con due corsie dedicate all'accesso dei bus di larghezza pari a 4m. Tale soluzione è stata adottata in funzione dell'esigenza di garantire un passaggio, in prossimità dei caselli di accesso, che risulti maggiorato per favorire l'accesso dei mezzi pesanti.

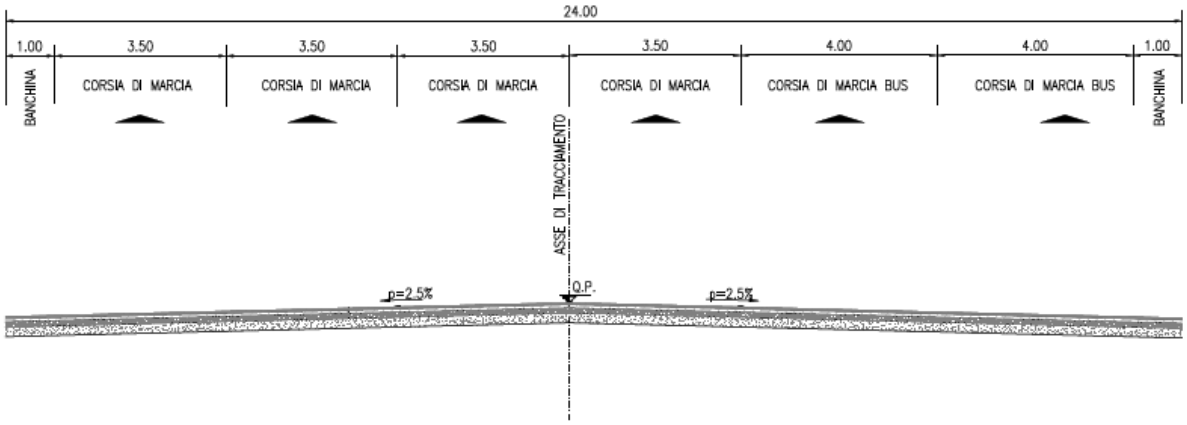


Figura 40: Sezione tipologica per strada di cat. F1 tratto E (DM 05/11/2001)

La rotatoria R1 presenta un diametro pari a 40.00 m e pendenza trasversale costante pari a 2.0%. In rotatoria la sezione tipologica, anch'essa definita secondo quanto prescritto da DM 05/11/2001, composte da corsia da 6.00 m, banchine in destra da 1.00 m e banchine in sinistra da 1.00 m.

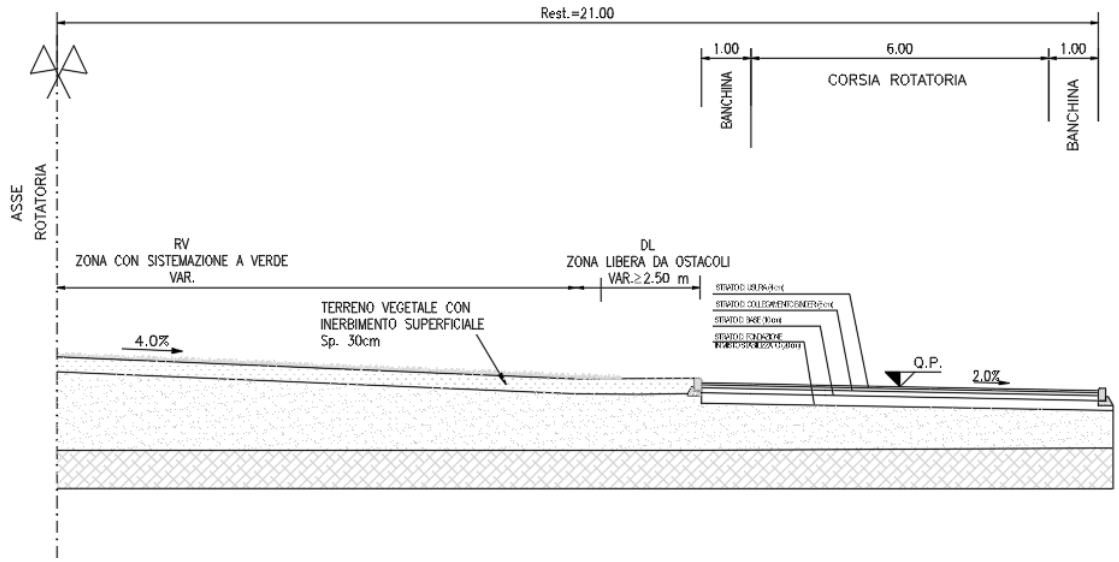


Figura 41: Sezione tipologica per rotatoria R1 (DM 05/11/2001)

La rotatoria R2 presenta un diametro pari a 30.00 m e pendenza trasversale costante pari a 2.0%. In rotatoria la sezione tipologica, anch'essa definita secondo quanto prescritto da DM 05/11/2001, composta da corsia da 6.00 m, banchine in destra da 1.00 m e banchine in sinistra da 1.00 m.

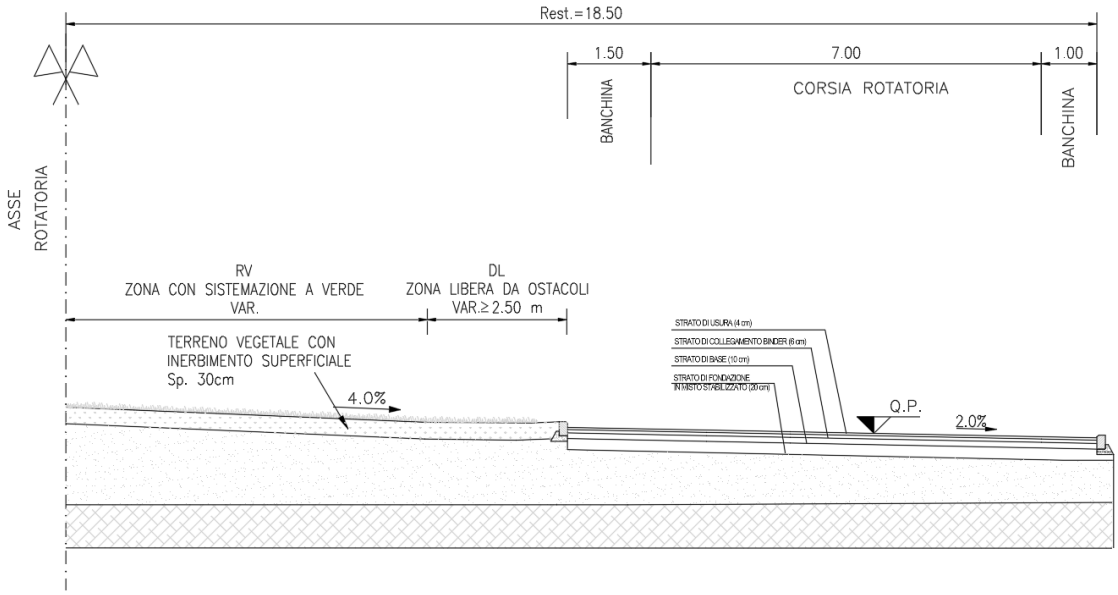


Figura 42: Sezione tipologica per rotatoria R2 (DM 05/11/2001)

La rotatoria R3 presenta un diametro pari a 50.00 m e pendenza trasversale costante pari a 2.0%. In rotatoria la sezione tipologica, anch'essa definita secondo quanto prescritto da DM 05/11/2001, composta da corsia da 9.00 m, banchine in destra da 1.00 m e banchine in sinistra da 1.00 m.

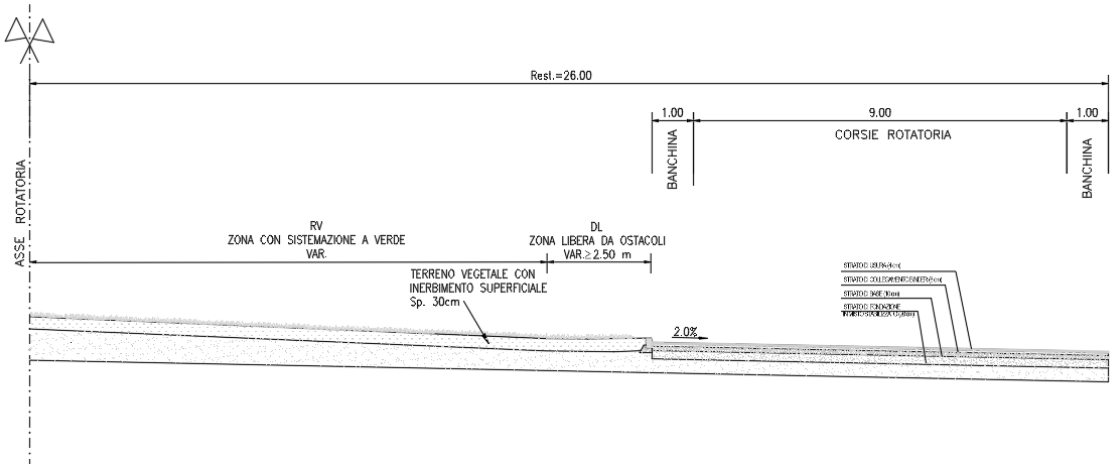


Figura 43: Sezione tipologica per rotatoria R3 (DM 05/11/2001)

4 PAVIMENTAZIONE

La scelta del pacchetto stradale prevede la realizzazione di una pavimentazione flessibile di 40 cm composta dai seguenti strati:

- 4 cm di usura in conglomerato bituminoso chiuso;
- 6 cm di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso aperto;
- 10 cm di base in conglomerato bituminoso;
- 20 cm di misto granulare.
- Rilevato stradale di altezza variabile formato da materiale granulare di tipo A1a

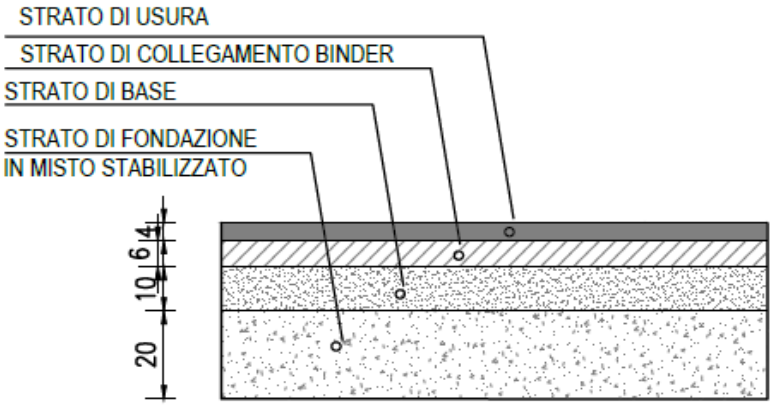


Figura 44: Pacchetto tipologico pavimentazione stradale

La metodologia utilizzata per individuare la soluzione progettuale segue il metodo empirico AASHTO, che permette di ricavare il numero totale di passaggi di assi standard da 8.2 t (W18max[ESALS[1]]) che una pavimentazione di assegnate caratteristiche meccaniche riesce a sopportare prima di raggiungere il valore di PSI finale (PSI = Present Serviceability Index), in corrispondenza del quale si ritiene che la pavimentazione sia giunta al termine della sua vita utile e quindi necessita di essere rifatta. Si fa riferimento ai valori di affidabilità dello spettro di traffico delle strade extraurbane secondarie ordinarie e assumendo, per quanto riguarda la portanza del sottofondo, un valore cautelativo del CBR pari al 9%.

[1] ESAL = Equivalent Standard Axle Load. Rappresenta l'asse standard assunto dall'AASHTO pari a 18 kip (ChiloPound). Poiché 1 Pound = 0,4536 Kg esso equivale a 18.000 x 0,4536 Kg = 8.164,8 Kg

5 SEGNALETICA

La progettazione della segnaletica è stata redatta in conformità alle normative vigenti di seguito elencate:

1) Nuovo Codice della strada di cui al D.Lgs. n.285 del 30 aprile 1992 e s.m.i.;
2) Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada di cui al D.P.R. n.495 del 16 dicembre 1992.

Per quanto concerne la segnaletica orizzontale è stato previsto quanto di seguito:

- strisce longitudinali continue di margine di larghezza pari a 15 cm;
- strisce longitudinali di separazione dei sensi di marcia 12 cm;
- zebrature in corrispondenza degli allargamenti di larghezza pari a 30 cm ad intervalli di 60 cm entro le strisce di raccordo;
- strisce trasversali di dare precedenza costituite da una serie di triangoli tracciati con la punta rivolta verso il conducente obbligato a dare la precedenza; tali triangoli hanno base di 60 cm ed altezza 70 sulle strade di categoria C e base 40 e altezza 50 sulle strade di categoria F; la distanza tra due triangoli è pari a circa la metà della base;
- gli attraversamenti pedonali sono evidenziati sulla carreggiata mediante zebrature con strisce bianche parallele alla direzione di marcia dei veicoli, di lunghezza non inferiore a a 2,50 m, sulle strade locali e su quelle urbane di quartiere, e a 4 m, sulle altre strade; la larghezza delle strisce e degli intervalli è si 50 cm;
- sulle viabilità di ricucitura pavimentata è prevista analoga segnaletica, con strisce longitudinali di margine aventi larghezza pari a 12 cm.

La segnaletica verticale esistente viene ripristinata, e localmente integrata o modificata in base alla nuova configurazione di progetto delle intersezioni, in conformità a quanto previsto dal D.lgs. 30/04/1992 n.285 "Nuovo Codice della Strada" e s.m.i. per quanto riguarda le modalità di istallazione, i materiali, le dimensioni, i colori e le caratteristiche. In particola resi prevede l'uso di segnali tutti di formato "normale" costruiti in ogni loro parte in alluminio 25/10 con pellicole ad elevata rifrangenza (classe2).

I sostegni per i segnali verticali, esclusi i portali, saranno in acciaio tubolare zincati a caldo (non verniciati) e dovranno avere le seguenti dimensioni: pali del ∅60 mm.

6 BARRIERE DI SICUREZZA

L'intervento prevede la posa in opera di barriere commerciali da reperire sul mercato, tipo barriere prodotte da Marcegaglia Buildtech o simili, conformi alla vigente normativa sui dispositivi di sicurezza.

La tipologia dei dispositivi da adottare è stata individuata secondo quanto previsto dal DM 18/02/1992, n.223 e s.m.i. in particolare, è stato fatto riferimento all'ultimo aggiornamento del 21/06/2004 e, partendo dai criteri di scelta dei dispositivi in esso contenuti, sono state individuate le zone da proteggere e le tipologie da adottare. Si è altresì tenuto conto delle norme EN 1317 recepite dallo stesso D.M. 21/06/2004, per definire le caratteristiche prestazionali delle nuove barriere.

La scelta dei dispositivi di sicurezza è dunque avvenuta tenendo conto della loro destinazione e ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada, nonché di quelle del traffico che interessa l'arteria, classificato in ragione dei suoi volumi di Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi (TGM), e dell'incidenza % di veicoli di peso superiore a 35 kN sul totale.

I flussi di traffico pesante da utilizzare per la verifica delle pavimentazioni sono stati desunti, con l'ipotesi di vita utile di progetto pari a 20 anni, dai rilievi di traffico predisposti nel documento "MASTERPLAN AEROPORTUALE MPD02". Tali dati, evidenziano un TGM di 1088 v/g ed una percentuale di traffico pesante (di peso superiore a 30 kN) dell'ordine del 1.8%.

In riferimento a quanto suddetto ed alla categoria di strada ne consegue un tipo di traffico I, come si evince dalla tabella seguente:

Tipo di traffico	TGM	% Veicoli con massa >3,5 t
I	≤1000	Qualsiasi
I	>1000	≤ 5
II	>1000	5 < n ≤ 15
III	>1000	> 15

Figura 45: Tabella Tipo di traffico

Ai sensi dell'art.6 del citato D.M. le caratteristiche prestazionali minime da adottare sarebbero:

- classe minima di livello di contenimento pari a N1 per i dispositivi bordo laterale;

Tabella A – Barriere longitudinali

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte(1)
Autostrade (A) e strade extraurbane principali(B)	I II III	H2 H3 H3-H4 (2)	H1 H2 H2-H3 (2)	H2 H3 H3-H4 (2)
Strade extraurbane secondarie(C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I II III	H1 H2 H2	N2 H1 H2	H2 H2 H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali(F).	I II III	N2 H1 H1	N1 N2 H1	H2 H2 H2

(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale
(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

Figura 46: Tabella A, D.M. 21/04/2006

Ai fini di una maggior sicurezza si sceglie di adottare la seguente soluzione progettuale:

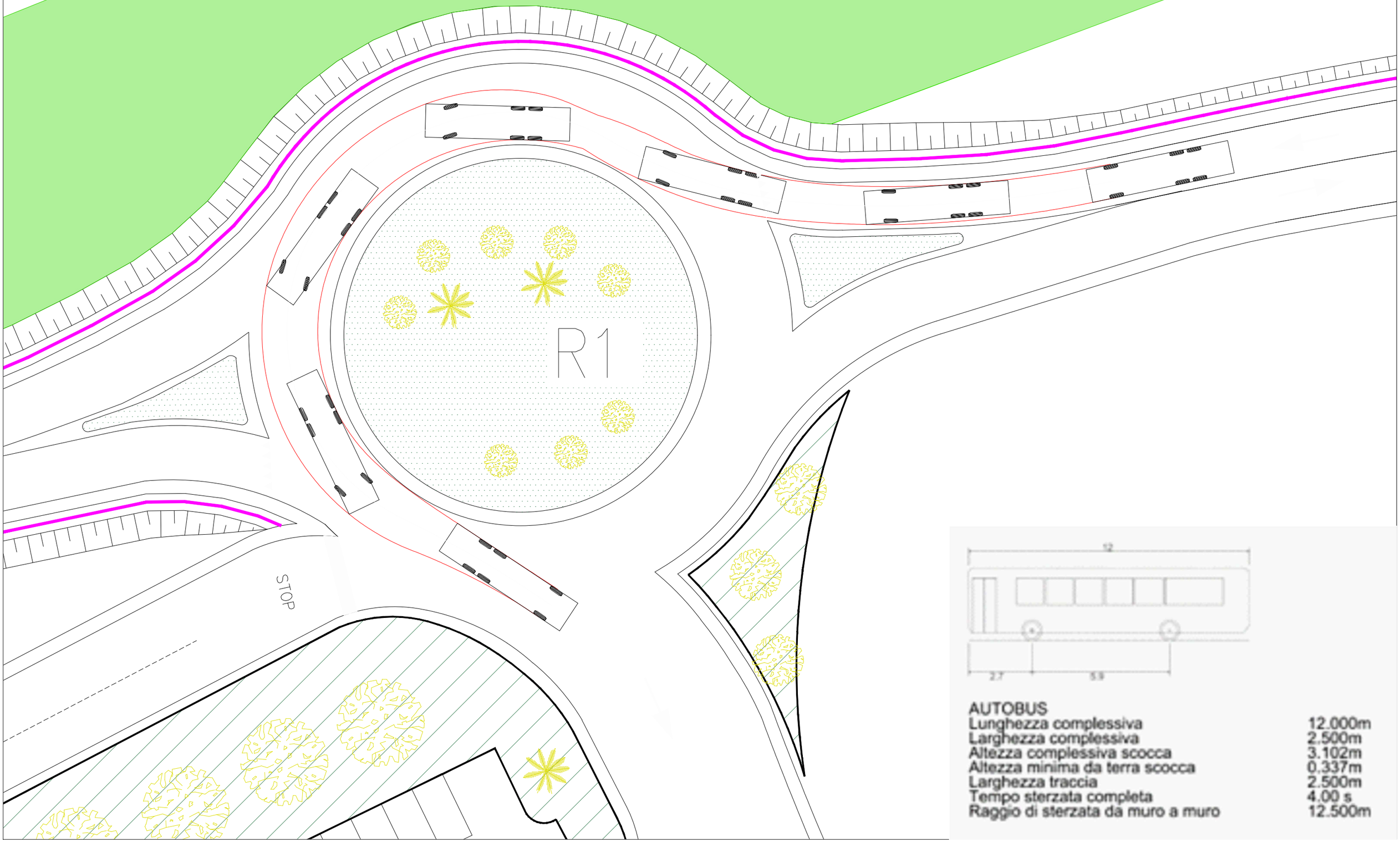
- classe livello di contenimento pari a H2 per i dispositivi bordo laterale;

La larghezza operativa (o larghezza utile) delle barriere sarà pari a W4.

Allegato
INVILUPPI DELLE MANOVRE PIÙ CRITICHE PER I MEZZI DI GROSSA TAGLIA

MANOVRA ROTATORIA R1

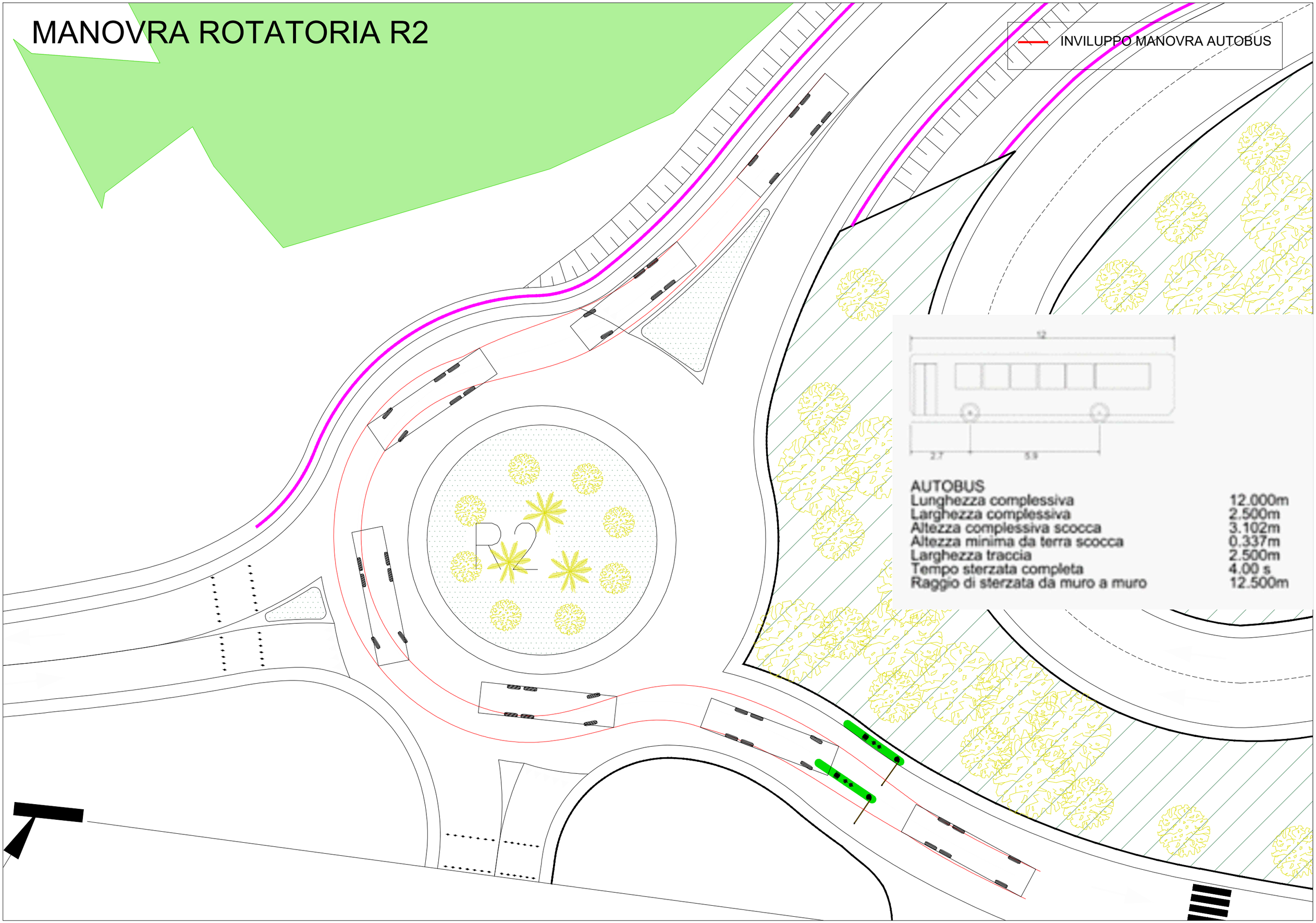
INVILUPPO MANOVRA AUTOBUS



AUTOBUS

Lunghezza complessiva	12.000m
Larghezza complessiva	2.500m
Altezza complessiva scocca	3.102m
Altezza minima da terra scocca	0.337m
Larghezza traccia	2.500m
Tempo sterzata completa	4.00 s
Raggio di sterzata da muro a muro	12.500m

MANOVRA ROTATORIA R2



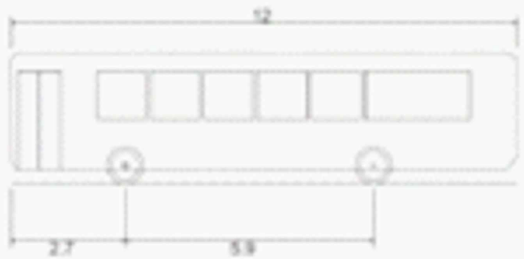
AUTOBUS

Lunghezza complessiva	12.000m
Larghezza complessiva	2.500m
Altezza complessiva scocca	3.102m
Altezza minima da terra scocca	0.337m
Larghezza traccia	2.500m
Tempo sterzata completa	4.00 s
Raggio di sterzata da muro a muro	12.500m

MANOVRA ROTATORIA R3

INVILUPPO MANOVRA AUTOBUS

R3

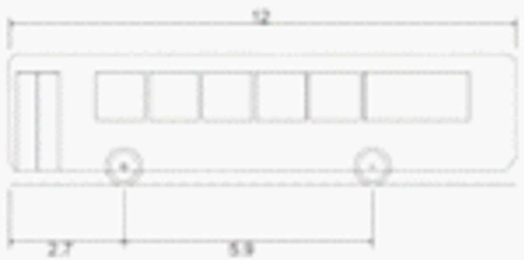


AUTOBUS	
Lunghezza complessiva	12.000m
Larghezza complessiva	2.500m
Altezza complessiva scocca	3.102m
Altezza minima da terra scocca	0.337m
Larghezza traccia	2.500m
Tempo sterzata completa	4.00 s
Raggio di sterzata da muro a muro	12.500m

MANOVRA USCITA STALLI BUS LATO ARRIVI

INVILUPPO MANOVRA AUTOBUS

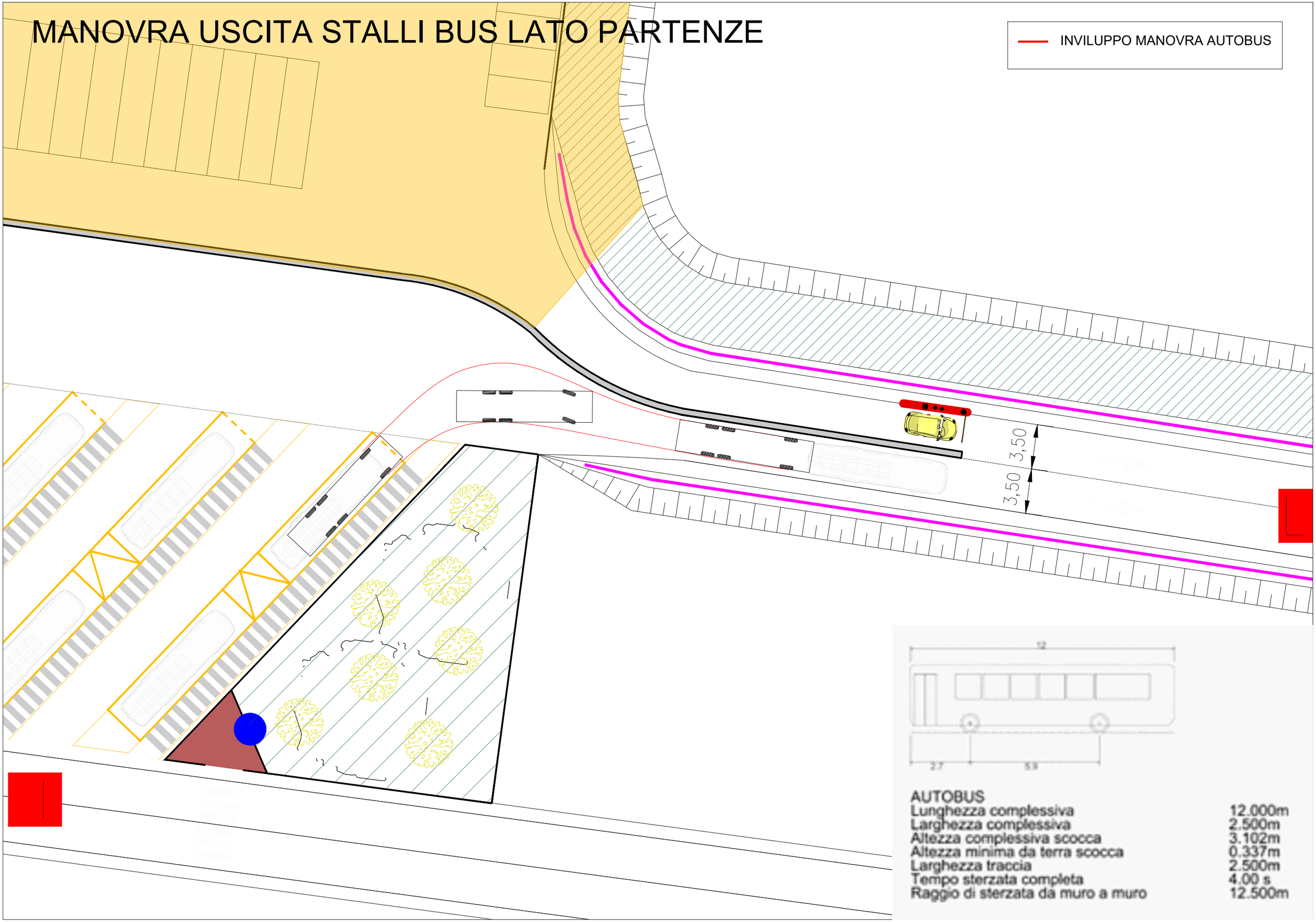
R3



AUTOBUS

Lunghezza complessiva	12.000m
Larghezza complessiva	2.500m
Altezza complessiva scocca	3.102m
Altezza minima da terra scocca	0.337m
Larghezza traccia	2.500m
Tempo sterzata completa	4.00 s
Raggio di sterzata da muro a muro	12.500m

MANOVRA USCITA STALLI BUS LATO PARTENZE



AUTOBUS

Lunghezza complessiva	12.000m
Larghezza complessiva	2.500m
Altezza complessiva scocca	3.102m
Altezza minima da terra scocca	0.337m
Larghezza traccia	2.500m
Tempo sterzata completa	4.00 s
Raggio di sterzata da muro a muro	12.500m

MANOVRA CRITICA GENERICA

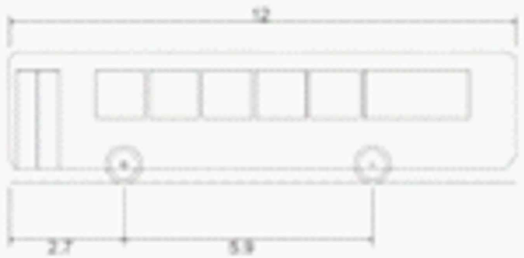
INVILUPPO MANOVRA AUTOBUS

TAXI
TAXI
TAXI
TAXI
TAXI
TAXI
TAXI
TAXI
TAXI
TAXI
TAXI

Parcheggio

STALLO PER MEZZI DI EMERGENZA

BOX
BICI



AUTOBUS	
Lunghezza complessiva	12.000m
Larghezza complessiva	2.500m
Altezza complessiva scocca	3.102m
Altezza minima da terra scocca	0.337m
Larghezza traccia	2.500m
Tempo sterzata completa	4.00 s
Raggio di sterzata da muro a muro	12.500m